THESIS

HELSINKI

1921

ZUR KENNTNIS DES EIWEISSANSATZES BEIM KINDE.

STANFORD UNIV. MAY 25 192

AKADEMISCHE ABHANDLUNG

WELCHE MIT GENEHMIGUNG DER

MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT HELSINGFORS

IM HIST.-PHIL. HÖRSAAL

AM 25. MAI 1921 UM 10 UHR VORMITTAGS

ÖFFENTLICH VERTEIDIGT WIRD

VON

ARMAS RUOTSALAINEN

MED. LIC.

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
MEDICAL CENTER
STANFORD, CALIF. 94305

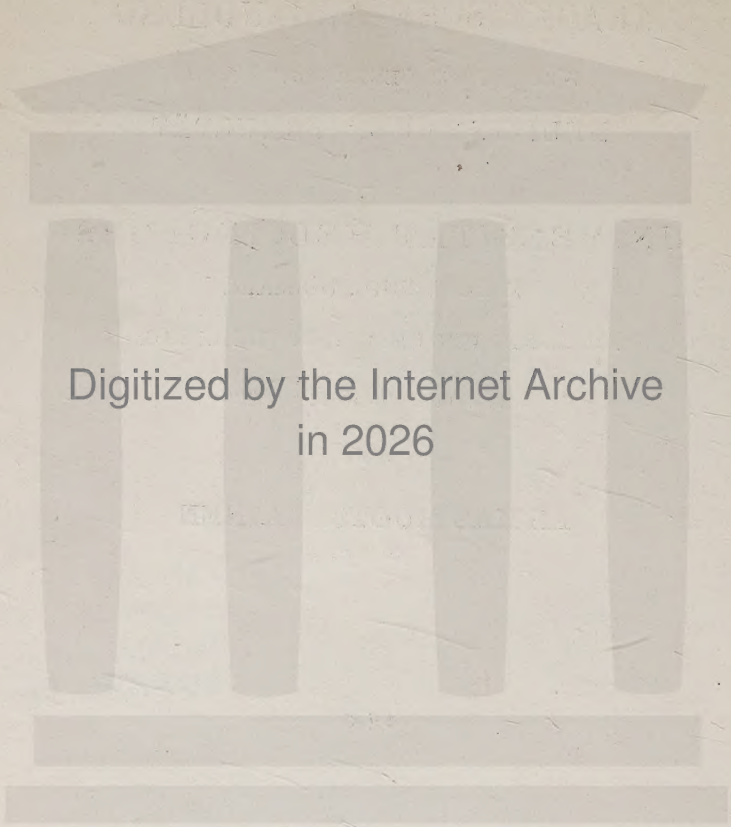
BERLIN UND LEIPZIG 1921

VEREINIGUNG WISSENSCHAFTLICHER VERLEGER

WALTER DE GRUYTER & CO.

VORMALS G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG :: J. GUTTENTAG, VERLAGS-BUCHHANDLUNG :: GEORG REIMER :: KARL J. TRÜBNER :: VEIT & COMP.

3788
146 R



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153521_0012

ZUR KENNTNIS DES EIWEISSANSATZES BEIM KINDE.

AKADEMISCHE ABHANDLUNG

WELCHE MIT GENEHMIGUNG DER

MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT HELSINGFORS

IM HIST.-PHIL. HÖRSAAL

AM 25. MAI 1921 UM 10 UHR VORMITTAGS

ÖFFENTLICH VERTEIDIGT WIRD

VON

ARMAS RUOTSALAINEN

MED. LIC.

BERLIN UND LEIPZIG 1921

VEREINIGUNG WISSENSCHAFTLICHER VERLEGER

WALTER DE GRUYTER & CO.

VORMALS G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG :: J. GUTTENTAG, VERLAGS-BUCHHANDLUNG :: GEORG REIMER :: KARL J. TRÜBNER :: VEIT & COMP.

Diese Arbeit erscheint im
„*Skandinavischen Archiv für Physiologie*“. 1921. Bd. XLI.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Inhalt.

Seite

Einleitung 5
Versuchsanordnung und Methodik 8
Der Umsatz der organischen Nahrungsstoffe 13
Die Bruttozufuhr von Nahrung 13
Die Nettozufuhr von Nahrung 18
Der Eiweißansatz 26
Das Körpergewicht 33
Der Umsatz der anorganischen Nahrungsstoffe 34
Die Zufuhr der Gesamtasche 34
Der Calciumumsatz 35
Der Magnesiumumsatz 39
Der Phosphorumsatz 42
Zusammenfassung 45
Literaturverzeichnis 47

Einleitung.

Wie Schlossmann (1) bemerkt, ist „das Kindesalter, ganz abgesehen vom ersten Lebensjahr, in Hinsicht auf die Ernährung alles andere eher als ein einheitlicher Begriff. Mit der Entwicklung und dem Wachstum des Kindes ändert sich sukzessive die Intensität des Stoffwechsels auf die Gewichtseinheit bezogen, das Nahrungsbedürfnis und die Möglichkeit der Nahrungsverarbeitung durch den Organismus." Zwischen Säuglingsalter und Pubertätsperiode, in welcher der Stoffwechsel schon ziemlich nahe dem Stoffwechsel des Erwachsenen ist, liegen viele Jahre langsamen Überganges. Die dabei auftretenden Eigentümlichkeiten erfordern zu ihrer Aufklärung noch vielerlei Untersuchungen. Die vorliegende Arbeit bezweckt, in dieser Hinsicht einen kleinen Beitrag zu liefern.

Betreffend die früheren Untersuchungen über den Stoffwechsel beim Kinde jenseits des Säuglingsalters verweise ich auf Ellen Ahlquists (2) in diesem Archiv vor kurzem erschienene Arbeit, wo diese sehr eingehend berücksichtigt worden sind.

Zu den Grundwahrheiten der Stoffwechselphysiologie gehört, daß das Eiweiß ein unumgänglicher Bestandteil für Wachstum, Ernährung und Lebenserhaltung des Organismus bildet. Wenn der erwachsene Körper selbst einen großen Überschuß von Nahrung und Eiweiß erhält, so stellt er sich dennoch binnen kurzem ins N-Gleichgewicht. Ganz anders verhält sich der wachsende Körper: bei ihm bleibt jeden

Tag eine gewisse Eiweißmenge zurück und der Eiweißbestand des Körpers wird dadurch ununterbrochen vermehrt, bis der Körper seine volle Reife erreicht. Bei den Zellen des heranwachsenden Körpers findet sich also eine besondere Neigung vor, Eiweiß aus den Körpersäften heranzuziehen und dasselbe in lebendiges Protoplasma zu verwandeln.

Vollständige N-Bilanzversuche über den Eiweißumsatz und -ansatz bei Kindern liegen in den ausgedehnten, fundamentalen Untersuchungen Camerers (3), ferner in den Stoffwechselversuchen Uffelmanns (4), Erich Müllers (5), Herbsts (6), Sundströms (7), Stargardters (8), Jundells (9) und Ahlquists (2) vor. Hierher gehören auch die von Pipping (10), Lungwitz (11), Stargardter (8) und Ahlquist (2) bei verschiedenen Kinderkrankheiten ausgeführten Untersuchungen des Stoffwechsels.

Die meisten Arbeiten, welche den Eiweißstoffwechsel beim älteren Kinde behandeln, beziehen sich auf die sog. frei gewählte Kost, wenn man überhaupt von freigewählter Kost bei Kindern reden kann, da es ja von den Eltern oder Pflegerinnen abhängt, welche Kost die Kinder bekommen. Die Versuchskinder haben höchstens ihre übliche tägliche Kost in der erwünschten Menge genießen können.

Unter den hierher gehörigen Untersuchungen nehmen die von Stargardter (8) über den Nahrungs- und Eiweißbedarf des Kindes jenseits des Säuglingsalters gewissermaßen eine besondere Stelle ein. Hier bekamen die Kinder während verschiedener Versuchsperioden verschiedene, im voraus genau bestimmte Nahrungsmengen. Diese Untersuchungen bezweckten vor allem, durch genaue Stoffwechselversuche zu prüfen, ob die von Schlossmann (1) theoretisch ermittelten Zahlen für den Nahrungsbedarf des älteren gesunden Kindes der Wirklichkeit entsprachen.

Durch seine zusammen mit Murschhauser (12 und 13) gemachten Stoffwechselversuche ist nämlich Schlossmann zu der Ansicht gekommen, daß der einzige essentielle Unterschied im Stoffwechsel des Kindes und des Erwachsenen darin liegt, „daß das Kind des Anwuchses bedarf und der Erwachsene nicht“, und daß also die Lehre Rubners (14) von der Abhängigkeit des Stoffwechsels und des Nahrungsbedürfnisses von der Körperoberfläche in vollem Umfange besteht. Die Differenzen des Stoffwechsels beim Kinde in verschiedenen Lebensaltern sind also nach Schlossmann nur von der Größe der Körperoberfläche des Betreffenden bedingt. Auf Grund des O_2-Ver-

brauches für die verschiedenen Größen der Oberflächen und nach der Ermittlung des Kalorienbedarfs für 1 qm Oberfläche hat er, unter der Annahme, daß 1 Liter Sauerstoff 4·892 Kal. entspricht, eine Tabelle über den Kalorienbedarf bei Kindern von 5 bis 50 kg Gewicht entworfen. Das Wachstum des Kindes wird von Schlossmann in der Weise berücksichtigt, daß er pro 1 g Ansatz eine Zulage von 1·5 Kal. und für die Muskelarbeit eine weitere Zufuhr von 30 bis 40 Proz. des Grundumsatzes annimmt.

Als Versuchsobjekte für Stargardter dienten drei Knaben, nämlich zwei gesunde Knaben von 5 bis 7 Jahren und ein 7 Jahre 10 Monate alter Knabe mit überstandener Coxitis tuberculosa. Die Versuche an den gesunden Knaben dauerten in der I. Versuchsreihe 35 Tage, in 5 Perioden eingeteilt. Von diesen Perioden dauerte die erste und zweite je 6 Tage, die dritte und vierte je 8 Tage und die fünfte 7 Tage. Die II. Versuchsreihe war 15 Tage lang und in 3 fünftägige Perioden eingeteilt. Während der I. Versuchsreihe erhielten die Knaben in jeder Periode täglich genau dieselben Fettmengen derselben Fettart; während den drei ersten Perioden bekamen sie auch die gleiche Eiweißmenge derselben Eiweißart, in der 4. und 5. Periode wurde aber die Eiweißmenge, um die Verhältnisse bei großer Eiweißzufuhr zu studieren, mit Nutrose erhöht. In der 2., 3., 4. und 5. Periode war die tägliche Zuckermenge derjenigen der 1. Periode gegenüber vergrößert; in der 3. Periode war sie bedeutend größer als in den übrigen, wo die Zuckermenge konstant war. Während der II. Versuchsreihe wurde Eiweiß und Fett in derselben täglichen Menge verabreicht, während die Kohlehydratmenge von Periode zu Periode gesteigert wurde.

Durch diese Versuche glaubte Stargardter die Richtigkeit der Zahlen Schlossmanns beweisen zu können. Auf die Größe des Eiweißansatzes beim wachsenden Organismus hatte nur die Zulage von Zucker, d. h. von Kohlehydraten einen Einfluß. „Mit Zulage von Zucker wird also die N-Retention gebessert, die N-Resorption verschlechtert.“ Nach Stargardters Meinung würden seine Versuche also die Auffassung Voits (15) bestätigen, daß die Größe des Eiweißansatzes nicht durch die absolute Eiweißmenge in der Nahrung, sondern durch die relative, den stickstofffreien Stoffen gegenüber, bestimmt wird.

Es muß aber in Betracht gezogen werden, daß in den Versuchen Stargardters die in den einzelnen Perioden täglich aufgenommene Kalorienmenge nicht gleich groß war, sondern wegen der Vermehrung der Zuckerration variierte.

Es war daher nicht ganz unmöglich, daß die Resultate betreffs des Eiweißansatzes anders lauten könnten, wenn die Stoffwechselversuche auf die Weise angeordnet würden, daß die tägliche Kalorienmenge in verschiedenen Versuchsserien konstant wäre, aber die Art der Nahrungsstoffe variierte, indem in verschiedenen Serien zu der eine genügende Eiweißmenge enthaltenden Grundkost isodyname Mengen von bzw. Fett, Eiweiß und Kohlehydrate hinzugefügt werden sollten.

Auf Anregung des Herrn Professor Dr. Carl Tigerstedt habe ich die Frage nach dem kindlichen Eiweißansatz aus diesem Gesichtspunkte bearbeitet. Ich benutze die Gelegenheit, ihm für diese Anregung wie für das Interesse, mit welchem er meine Arbeit umfaßt hat, meinen besten Dank zu bringen. Auch gedenke ich dankbar der großen Freundlichkeit des Herrn Professor Dr. W. Pipping, der den Versuchsknaben in der Kinderklinik der Universität Unterkunft gewährte.

Versuchsanordnung und Methodik.

Die Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt.

Die Versuchskinder erhielten in vier aufeinanderfolgenden Serien jeden Tag eine genau abgemessene Kost, die eine genügende Menge Kalorien und Eiweiß enthielt. Von der zweiten Serie an wurden zu der Grundkost isodyname Mengen verschiedener Nahrungsstoffe zugesetzt, namentlich in der zweiten Serie Fett, in der dritten Eiweiß und in der vierten Kohlehydrate, wobei die Kalorienmenge während diesen drei letztgenannten Versuchsserien unverändert blieb. Jede Serie dauerte 10 Tage lang.

Die Versuche wurden an zwei gesunden Knaben, Aarne A. und Weikko T. aus Helsingfors ausgeführt.

Aarne A. 10 Jahre 9 Monate alt. Hat früher Masern und Keuchhusten durchgemacht. Körperbau normal. Ernährungszustand gut. Hautfarbe gesund. Lungen, Herz und andere Organe gesund. Pirquet indessen positiv. Harn klar, eiweiß- und zuckerfrei. Keine Eingeweidewürmer. Zu Anfang des Stoffwechselversuches betrug sein Körpergewicht 26·850 kg und zum Schluß 27·150 kg. Die Körperlänge 1·29 m. Morgentemperatur 35·7 bis 37·5° C, meistens 36·2 bis 36·5° C. Abendtemperatur 36·0 bis 37·6° C, zweimal 37·8° C, meistens 37·2° C. Intelligenz normal.

Weikko T. 9 Jahre 5 Monate alt. Masern durchgemacht. Körper etwas kräftiger als bei Aarne. Ernährungszustand und Hautfarbe gut. Alle inneren Organe gesund. Pirquet negativ. Harn klar, eiweiß- und zuckerfrei. Keine Eingeweidewürmer. Zu Anfang der Untersuchung betrug sein Körpergewicht 23·850 kg, zum Schluß 26·050 kg. Die

Körperlänge 1·30 m. Morgentemperatur 36·3 bis 37·2° C, meistens 37·0° C. Abendtemperatur 36·6 bis 37·8° C, einmal 38·3° C, meistens 37·2 bis 37·6° C. Intelligenz normal.

Der Versuch dauerte 40 Tage, vom 27. Mai bis zum 5. Juli 1915. Die Knaben wohnten während der ganzen Zeit in der Universitätskinderklinik in Helsingfors, im ganzen 48 Tage, von denen 6 Tage vor Beginn des Versuchs, um sie an die Anordnungen im Krankenhause zu gewöhnen, und 2 Tage nach Abschluß des Versuchs, um die letzten Kotproben zu erhalten. Weil die Knaben in der Klinik wohnten, mußten sie allen Anforderungen eines Krankenhauses nach ommen. Sie standen also unter möglichst strenger Beaufsichtigung einer zuverlässigen Krankenschwester. Die Jungen durften sich jeden Tag draußen, unten im Hof der Klinik aufhalten, aber niemals allein außerhalb der Kinderklinik sich bewegen. Ich erklärte ihnen in kurzen Zügen, um was es sich bei der Untersuchung handelte, und lehrte sie alle Vorschriften genau zu befolgen. Sie taten ihr Bestes, obgleich das Essen ziemlich einförmig war. Alles gelang außerordentlich gut, weil beide Jungen sehr verständig und von Charakter brav und gut waren.

Die Knaben erhielten 10 Tage lang stets dasselbe Essen und der Einfachheit halber beide die gleichen Quantitäten, weil sie im gleichen Alter standen. Jeden Tag bekamen sie trockenes Roggenbrot, sog. Knäckebröd, Weizenzwieback, Reis, Hafer, Margarine, Fettkäse, kondensierte Milch, Mettwurst, feines Salz, Streuzucker, getrocknete Aprikosen und Kartoffelmehl. Von diesen Rohwaren wurde das Essen verschiedenartig zubereitet.

Die für die ganze Untersuchungszeit nötige Menge Brot, Reis, Hafer, Salz, Zucker, getrocknete Aprikosen und Kartoffelmehl wurden vor Beginn des Versuches auf einmal gekauft, damit die Zusammensetzung dieser Nahrungsmittel immer die gleiche bliebe. Die erforderlichen täglichen Rationen wurden im voraus genau abgewogen und in Papiertüten getan.

Um das tägliche Analysieren der Naturbutter zu umgehen, erhielten die Kinder nur Margarine (Elo-Pflanzenbutter), welche sehr homogen zusammengesetzt ist. Um eine gleichmäßige Zusammensetzung zu erzielen, kaufte ich den für die ganze Untersuchungszeit erforderlichen Bedarf an Margarine, Käse und Mettwurst auf einmal. Die genau abgewogenen Portionen davon wurden einzeln in Pergamentpapier eingewickelt und erst im kalten Raum, später im Eisschrank aufgehoben. Trotzdem die Untersuchungszeit in den Anfang des Sommers fiel, hielten sich die Lebensmittel ausgezeichnet.

Weil tägliche Milchanalysen die ohnedies mühevollen Untersuchungen nicht unwesentlich erschwert hätten, verwendete ich statt frischer Milch ungezuckerte kondensierte Milch „Milkmaid" (Anglo-Swiss Condensend Milk Co.). Um eine vollkommen gleichmäßige Zusammensetzung zu erzielen, schüttete ich den Inhalt aller Milchbüchsen in ein großes Gefäß, verrührte die Masse gut, füllte sie in Rex-Gläser, pasteurisierte sie und bewahrte sie an einer kühlen Stelle auf. Bei Bedarf

wurde nur ein Glas geöffnet und die nötige Tagesmenge daraus entnommen.

Die Größe der Nahrungsaufnahme der Knaben in den vier Versuchsserien geht aus der Tabelle I hervor.

Tabelle I.

Zusammensetzung der Kost.

Nahrung	Serie I g	Serie II g	Serie III g	Serie IV g
Trockenes Roggenbrot	70	70	70	70
Weizenzwieback	50	50	50	50
Hafer	50	50	50	50
Reis	30	30	30	30
„Elo"-Margarine	30	30 + 49	30	30
Käse	30	30	30	30
Kondens. Milch „Milkmaid"	250	250	250	250
Mettwurst	60	60	60	60
Salz	7	7	7	7
Aprikosen	40	40	40	40
Zucker	50	50	50	50 + 98
Kartoffelmehl	5	5	5	5
Proton	—	10	10 + 120	10
Wasser[1]	750	750	750	750

Weil die Analyse erwies, daß die Kost der ersten Serie nur 63·9 g Eiweiß enthielt, also etwas weniger als im voraus berechnet war, erhöhte ich die tägliche Eiweißmenge der Grundkost in den folgenden Serien durch Zusatz von 10 g eines Kaseinpräparates Proton (Aktiebolaget Separator, Stockholm). Auf solche Weise gelang es mir, die tägliche Eiweißmenge mit 7·3 g und die totale Kalorienmenge mit 30 Kalorien in die Höhe zu bringen.

Der II. Serie fügte ich täglich 49 g Margarine „Elo", welche etwa 400 Kalorien entsprach, hinzu. Diese Margarine enthält 88 Proz. Fett.

In der III. Serie gab ich den Kindern statt des extra zugeführten Fettes eine 400 Kalorien entsprechende Eiweißmenge in Form von Proton. Nach Ehrströms (16) Analysen enthält dieses Präparat N 13·01 Proz., P 1·01 Proz., H_2O 9·05 Proz., Asche 2·98 Proz., Trockensubstanz 90·95 Proz., Eiweiß 81·31 Proz., Kohlehydrate 4·83 Proz. und Fett 1·83 Proz. Demnach erhielten die Knaben täglich, außer der schon erwähnten 10 g betragenden Protonmenge, noch 120 g davon. Das Proton wurde in Grütze und Brei hineingetan, und die Kinder genossen ohne Widerwillen während der 10 Tage dauernden Versuchsserie die 130 g Proton täglich.

[1] Weil ein Teil des Wassers für die Zubereitung des Essens verwendet wurde und hierbei verschiedene Mengen verdunsteten, war die Wasserzufuhr nicht ganz konstant.

In der IV. Serie ließ ich die 400 Kalorien entsprechende Protonmenge weg, und gab statt dessen eine isodyname Menge Kohlehydrate in der Form von 98 g Zucker. Die Gesamtmenge Zucker betrug also während dieser Serie 148 g täglich.

Die Mahlzeiten der Knaben waren folgendermaßen eingeteilt:

6 Uhr früh Wasser und Zwieback.

8 Uhr früh Hafersuppe, Butterbrot, Milch, eine Hälfte der täglichen Mettwurstportion und ebenso die der Käseportion.

1 Uhr nachmittags Reissuppe, Butterbrot, Milch, die andere Hälfte der Mettwurstportion, Zwieback und Aprikosenspeise.

4 Uhr nachmittags Milch und Zwieback.

½6 Uhr nachmittags Hafergrütze, Butterbrot, Milch, die andere Hälfte der Käseportion und Zwieback.

Wasser erhielten die Knaben während der ganzen Untersuchungszeit jeden Tag 750 g, wovon ein Teil zu Speisen und ein Teil zum Trinken verwendet wurde. Um nichts an dem täglichen Quantum beim Schütten auf den Teller einzubüßen, besaßen beide ihren eigenen Kochtopf, in dem man das Essen bereitete und aus welchem sie auch essen mußten und zwar so gründlich wie möglich. Sie mußten sich sogar desselben Löffels, mit dem die Speisen bereitet wurden, bedienen. Selbst etwaige Brotkrümel und Butterreste mußten die Kinder sorgsam zusammensuchen, damit nichts von der täglich abgewogenen Menge verloren ging.

Der Harn von 24 Stunden wurde in der Zeit von 6 Uhr früh an in eine große Flasche getan. Von diesem 24stündigem Harn entnahm ich zum Analysieren eine geringere Menge und konservierte sie mit einigen Tropfen Chloroform.

Zur Analyse des Kotes wurde nur der fünftägige Stuhl genommen. Die Abgrenzung geschah in üblicher Weise durch 30 g getrocknete Heidelbeeren. Sie gelang überhaupt gut.

Während der Versuchszeit hatten die Knaben meistens nur eine Kotentleerung täglich, mitunter und hauptsächlich gegen das Ende derselben zwei; einige Tage fand keine Kotentleerung statt. Der jüngere Knabe hatte am 18. Versuchstage Stuhlgang von loser Konsistenz, ohne daß dieses störend auf die Untersuchung einwirkte.

Der fünftägige Kot wurde nach Zusatz von einigen Tropfen Schwefelsäure in einer Emailleschale auf Wasserbad getrocknet, genau gewogen und zu sehr feinem Pulver gemahlen; davon wurde ein kleiner Teil für die Analysen aufbewahrt.

Der Einfachheit halber analysierte ich nicht die einzelnen Eßwaren, sondern mischte die ganze 24stündige Kost in einer Emailleschüssel mit Wasser zu einem dicken Brei. Dieser wurde auf dem Wasserbade getrocknet, genau abgewogen, fein pulverisiert und eine Probe davon in ein gut verschlossenes Glasgefäß getan. In jeder Versuchsserie analysierte ich zwei 24stündige Proben.

Der Stickstoff wurde nach Kjeldahl bestimmt und die Eiweißmenge daraus durch Multiplikation mit 6·25 berechnet.

Das Fett wurde durch Ätherextraktion während 20 Stunden nach Soxhlet bestimmt.

Die Trockensubstanz wurde auf gewöhnliche Weise bestimmt.

Die Bestimmung der totalen Aschenmenge der Speisen und des Kotes erfolgte durch Verbrennung und schwaches Glühen des trockenen Speise- und Kotpulvers in Quarz- oder Porzellanschalen, ohne Trennung der löslichen Salze von den unlöslichen.

Die Kohlehydrate wurden als die Differenz zwischen der Trockensubstanz und der Summe von Eiweiß, Fett und Asche berechnet.

Die Mineralstoffe des Harns wurden für fünftägige Perioden bestimmt.

Zur Bestimmung des Phosphors wurde die von Abderhalden (17) und Hoppe-Seyler (18) empfohlene Neumannsche (19) Methode von Dr. phil. Hanna Lappalainen in folgender Form benutzt, welche sich durch viele Kontrollanalysen als sehr vorzüglich erwies. Weil sie bisher noch nicht publiziert worden ist, beschreibe ich dieselbe hier in den Hauptzügen.

Von der pulverisierten Kost wurden etwa 1·5 g, vom pulverisierten Kot etwa 0·3 bis 0·4 g und vom Harn 10 bis 20 ccm für jede Analyse verwendet. Alle Substanzen, Nahrung, Kot und Urin wurden zuerst in Glaskolben mit dem Neumannschen Säuregemisch — bei der Kost 15 ccm, beim Kot und Harn 10 ccm — veräschert. In alle Kolben wurde, um die Veraschung zu Ende zu führen, die nötige Menge Salpetersäure (spez. Gewicht 1·4) hineingeträufelt und so lange gekocht, bis die überflüssige Säure verschwand und weiße H_2SO_4-Dämpfe im Laufe von 10 Minuten aufstiegen. Nach Abkühlung der Kolben wurde der Inhalt in Erlenmeyersche Kolben mit etwa 100 ccm Wasser übergeführt und die Mischung mit 25prozentigem Ammoniak versetzt, wobei man Lackmuspapier als Indikator gebrauchte. In die Lösung, welche eine schwache, aber deutliche alkalische Reaktion zeigen mußte, wurde konz. Salpetersäure so viel hinzugetan, daß sie neutral wurde und hierauf noch 1 ccm HNO_3 (spez. Gewicht 1·20) zugesetzt. Dann fügte man 10 ccm 50prozent. Ammonnitratlösung hinzu und indem man die Kolben mit Inhalt bis zum Siedepunkt erhitzte, wurde hierauf der Phosphor unter gleichzeitigem tüchtigem Schütteln des Kolbens mit etwa 25 ccm Ammonmolybdat (5 bis 6 Proz. Lösung) ausgefällt. Die Ausfällung von phosphormolybdänsaurem Ammoniak erfolgte dabei unmittelbar.

Nachdem der Niederschlag 2 bis 3 Stunden ruhig gestanden hatte, wurde er durch Dekantieren filtriert und ungefähr achtmal mit je 5 bis 15 ccm Natriumnitratlösung ausgewaschen. Das Filtrieren geschah durch kleine Fetzen zerrissenen, gekochten Filtrierpapiers. Nach dem Filtrieren tat man die Ausfällung von phosphormolybdänsaurem Ammoniak sowie die Filtrierpapierfetzen mit Zusatz von etwa 6 Tropfen alkoholischer Phenolphtaleinlösung in die Ausfällungskolben hinein. Der Niederschlag wurde dann in n/2-Natronlauge aufgelöst, ungekocht mit n/2-Schwefelsäure sehr schnell vermischt, so daß die Lösung wieder sauer reagierte und unmittelbar darauf mit n/2-Natronlauge zurücktitriert. Nun mußte

ganz deutlich die blaßrosa Farbe des Phenolphthaleins zum Vorschein kommen, die jedoch so flüchtig war, daß sie nach kurzer Zeit in Lila und schließlich ins Bläuliche überging.

Die Bestimmung des Calciums und Magnesiums geschah nach der Aronschen Methode, die Abderhalden in seinem „Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden" dargestellt hat, und das Ausfällen selbst wurde nach M. H. Palomaa und E. Mäkinen (20) ausgeführt, nachdem die Zuverlässigkeit der erwähnten Methoden zuvor durch zahlreiche Kontrollanalysen geprüft worden war.

Für jede Analyse wurde von der Kost 3 bis 5 g, vom Kot 1 g und vom Harn etwa 60 ccm genommen.

Bei den N-Analysen und Bestimmung von Fett-, Asche- und Trockensubstanz hat mir Herr Ingenieur Kurt Frank geholfen, bei den Phosphor-, Calcium- und Magnesiumanalysen wiederum haben mir Dr. phil. Hanna Lappalainen und Stud. Fräulein Sigrid Schybergson wertvolle Hilfe geleistet und spreche ich ihnen hierdurch meinen besten Dank dafür aus. Auch der Amanuens des Physiologischen Instituts, Cand. phil. Fräulein Hanna Olin war mir oft mit Rat beim Analysieren behilflich.

Der Umsatz der organischen Nahrungsstoffe.

Die Bruttozufuhr von Nahrung.

Die Analyse der Kostproben ergab Resultate, welche aus Tabelle II ersichtlich sind. Aus dieser Tabelle geht hervor, daß die beiden einer und derselben Serie angehörenden Kostproben außerordentlich gut übereinstimmen, wie auch vorauszusetzen war, insofern die früher beschriebenen Vorsichtsmaßregeln beobachtet wurden.

In der Tabelle III ist die gesamte Nahrungszufuhr und die Totalmenge der Kalorien pro Tag und Kilo Körpergewicht in den vier Serien bei den beiden Versuchsknaben zusammengestellt.

Der Vergleich der Zufuhr in den einzelnen Serien ergibt, daß die Eiweißmengen, 71·2 g, in den Serien II und IV einander vollkommen entsprechen, aber 7·3 g größer sind als in der Serie I, was mit dem Protonzusatz zusammenhängt. Die Fettmenge in den Serien I, III und IV ist annähernd dieselbe, und zwar 86·2—86·8—85·9 g. Was schließlich die Kohlehydratmenge pro Tag in den verschiedenen Serien betrifft, so stimmt auch sie mit dem ursprünglichen Plan in der Hinsicht überein, daß sie in Serien I, II und III ungefähr dieselbe ist. In den beiden erstgenannten beträgt sie 234·1 bzw. 232·5 g pro Tag und in der Serie III 266·4 g. Die Zunahme war doch zu gering, um störend auf den Gang des Versuches einwirken zu können.

Tabelle II.

Analyse der Nahrung.

Serie	Gesamtgewicht getrocknet	Trockensubstanz	Asche	N	Eiweiß N × 6·25	Fett	Kohlehydrate	Kalorien berechnet
	g	g	g	g	g	g	g	
I	456·6	413·3	26·4	10·22	63·9	85·7	237·8	2031
	451·2	406·9	26·3	10·22	63·9	86·8	230·4	2011
Mittel		410·1	26·3	10·22	63·9	86·2	234·1	2023
II	522·0	457·0	30·1	11·35	70·9	124·6	231·4	2398
	514·2	457·0	28·2	11·44	71·5	124·5	233·6	2408
Mittel		457·0	29·2	11·39	71·2	124·5	232·5	2403
III	585·0	527·6	31·9	23·47	146·7	86·6	262·4	2482
	585·7	538·0	31·9	23·78	148·6	87·0	270·5	2527
Mittel		532·8	31·9	23·62	147·7	86·8	266·4	2505
IV	576·0	533·4	29·4	11·30	70·6	86·1	347·3	2514
	579·1	539·8	28·6	11·50	71·9	85·6	350·0	2541
Mittel		536·6	29·0	11·40	71·2	85·9	350·6	2528

Tabelle III.

Nahrungszufuhr pro Tag und Kilo Körpergewicht.

Serie	Aarne A. u. Weikko T. Pro Tag				Aarne A. Pro Tag und Kilo					Weikko T. Pro Tag und Kilo				
	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Kalorien	Körpergewicht	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Kalorien	Körpergewicht	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Kalorien
	g	g	g		kg	g	g	g		kg	g	g	g	
I	63·9	86·2	234·1	2023	26·6	2·4	3·2	8·8	76·0	24·2	2·6	3·6	9·7	83·6
II	71·2	124·5	232·5	2403	26·6	2·7	4·7	8·8	90·3	24·4	2·9	5·1	9·5	98·5
III	147·6	86·8	266·4	2505	27·0	5·5	3·2	9·8	92·8	25·2	5·8	3·4	10·6	99·4
IV	71·2	85·9	350·6	2528	27·1	2·6	3·2	12·9	93·3	25·7	2·7	3·3	13·6	98·4

Die einander vertretenden isodynamen Mengen von Eiweiß, Fett und Kohlehydraten in den Serien II bis IV entsprechen, wie ersichtlich, sehr gut meinem Untersuchungsplan. Die Vermehrung der Fettmenge mit 38·3 g in Serie II erhöht die totale Kalorienmenge mit etwa 420 Kal. Indem man die Fettmenge in der Serie III auf die frühere Stufe senkt, anstatt dessen aber die Eiweißmenge um 76·4 g erhöht, steigt die totale Kalorienmenge mit etwa 481 Kal. über die ursprüngliche. Wenn man zum Schluß die Eiweißmenge in Serie IV

auf die frühere Stufe bringt, aber statt des Eiweißzuschusses 84·2 g Zucker zufügt, so wird die den Eiweißkalorien entsprechende Menge mit ungefähr 503 Kal. ersetzt. Wie man sieht, entsprechen die Veränderungen der isodynamen Mengen von verschiedenen Nahrungsstoffen in den verschiedenen Serien einander einigermaßen. Die Resultate der Analysen entsprechen zwar nicht den theoretischen Berechnungen in der Beziehung, daß der totale Kalorienzuschuß immer 400 Kal. gewesen wäre, wie es beabsichtigt war. Dieser Umstand hat indessen keine Bedeutung für das Resultat der Versuche; denn das Wesentliche ist ja, daß die dem Zuschuß von verschiedenen Nahrungsstoffen entsprechenden Kalorienmengen untereinander gleich groß sind, und dies war ja sehr nahe der Fall. Obgleich die totale Kalorienmenge in Serien II, III und IV nicht genau gleich groß ist, sondern in der III. und IV. Serie etwas größer, als in der II. Serie ausgefallen ist, so zeigen sie doch im großen und ganzen eine befriedigende Übereinstimmung.

Um zu beurteilen, ob die in meinen Versuchen verabreichte Kost als genügend zu betrachten ist, gestatte ich mir, dieselbe mit einigen früheren Untersuchungen zu vergleichen.

Was erstens die Eiweißzufuhr betrifft, hat z. B. Camerer die Eiweißmenge bei 7- bis 10jährigen Knaben pro Tag und pro Kilo auf 2·8 g, bei 11- bis 14jährigen auf 2·5 g, Hasse (21) bei 8- bis 9- und 10- bis 11jährigen Mädchen auf 2·6 g bzw. 2·2 g, desgleichen Herbst (6 und 22) bei 7- bis 8jährigen Knaben auf 3·3 bis 2·9 g, bei 8- bis 9-, 9- bis 10- und 13- bis 14jährigen Knaben auf 3·0 g, 2·3 g und 2·1 g, Sundström bei 8- bis 9jährigen Kindern durchschnittlich auf 2·99 g, bei 10- bis 14jährigen Kindern durchschnittlich auf 2·55 bis 2·67 g, Ahlquist bei 9- bis 10jährigen Knaben auf 4·10 g und schließlich C. Tigerstedt (23) bei 7- bis 9jährigen Kindern durchschnittlich auf 3·4 bis 3·0 g und bei 10- bis 14jährigen durchschnittlich auf 2·7 bis 2·0 g gefunden.

Bei meinen Versuchen variierte die tägliche Eiweißmenge pro Kilo Körpergewicht zwischen 2·4 und 2·9 g, ausgenommen bei der Serie III mit 5·5 bis 5·8 g; in dieser Serie wurde aber den Versuchsobjekten absichtlich eine größere Menge Eiweiß verabreicht. Die bei meinen Versuchen genossenen Eiweißmengen entsprechen also im allgemeinen den bei früheren Untersuchungen ermittelten Werten. Meine Versuchsknaben bekamen also keinesfalls zu wenig Eiweiß.

Der bei den von Ahlquist ausgeführten Untersuchungen konstatierte erhebliche Eiweißkonsum muß sicher größtenteils „der reich-

lichen Milchzufuhr zugeschrieben werden, die mit der landesüblichen Speiseordnung verbunden ist", wie die Verfasserin hervorhebt. Aus demselben Grunde sind auch die von C. Tigerstedt beobachteten Eiweißmengen im allgemeinen als ziemlich reichlich zu bezeichnen.

Die tägliche Fettmenge in der Kost war 3·2 bis 3·6 g pro Tag und Kilo Körpergewicht mit Ausnahme der II. Serie von 4·7 bis 5·1 g, da man die Rationen absichtlich vergrößerte. Nach Camerer war die Fettmenge bei frei gewählter Kost pro Tag und Kilo bei 7- bis 10- und 11- bis 14jährigen Kindern 1,3 g und 1·0 g; nach den Untersuchungen von Hasse bei 8- bis 9- und 10- bis 11jährigen Mädchen 2·8 g bzw. 2·7 g; nach Herbst bei 7- bis 8-, 8- bis 9-, 9- bis 10- und 13- bis 14jährigen Knaben 2·9 bis 3·6 g, 3·1 g, 2·5 g und 2·5 g, nach Sundström bei 8- bis 9- und 10- bis 14jährigen durchschnittlich 1·81 g und 1·68 bis 1·39 g, nach Ahlquist bei 9- bis 10jährigen Knaben 2·46 g und nach C. Tigerstedt bei 7- bis 9- und 10- bis 14jährigen durchschnittlich 2·5 bis 1·3 g und 1·2 bis 0·8 g. Aus dieser Zusammenstellung folgt, daß meine Versuchsknaben Fett in vollständig genügender Menge bekamen.

Die Kohlehydratmenge, welche die Knaben während des Versuches erhielten, ist zum Teil kleiner, zum Teil größer wie die von Camerer an 7- bis 14jährigen, größer wie die von Hasse an 8- bis 11jährigen und zum Teil kleiner, zum Teil ebenso groß wie die von Herbst an 7- bis 14jährigen Kindern bei frei gewählter Kost konstatierte, kleiner jedoch als diejenige von Sundström, Ahlquist und C. Tigerstedt an Kindern desselben Alters konstatierte Kohlehydratmenge. Meine Versuchsobjekte erhielten nämlich, Aarne 8·8 bis 9·8 g und Weikko 9·5 bis 10·6 g Kohlehydrate pro Tag und Kilo, ausgenommen in Serie IV, in welcher die Menge absichtlich auf 12·9 g und 13·6 g erhöht wurde. Camerer hat gefunden, daß die Kohlehydratmenge bei den von ihm untersuchten 7- bis 10jährigen Kindern 10·5 g und bei 11- bis 14jährigen 7·7 g pro Tag und Kilo beträgt; nach Hasse beträgt sie bei 8- bis 9- und 10- bis 11jährigen Mädchen 7·0 g bzw. 6·5 g, nach Herbst bei 7- bis 8jährigen 10·7 bis 8·2 g, bei 8- bis 9-, 9- bis 10- und 13- bis 14jährigen 9·4 g bzw. 8·3 und 7·7 g. Nach Sundström beträgt die Kohlehydratmenge bei 8- bis 9jährigen durchschnittlich 11·6 g, bei 10- bis 14jährigen durchschnittlich 10·1 bis 11·8 g, nach Ahlquist bei 9- bis 10jährigen 14·79 g, und nach C. Tigerstedt bei 7- bis 9jährigen durchschnittlich 11·7 bis 15·2 g und bei 10- bis 11jährigen durchschnittlich 10·1 bis 12·4 g.

Die Werte Sundströms, Ahlquists und C. Tigerstedts entsprechen im großen und ganzen der Kohlehydratmenge von 12·9 bis 13·6 g, welche bei meiner IV. Versuchsserie den Knaben absichtlich verabreicht wurde. Wie Ahlquist ganz richtig bemerkt, sind die unbemittelten Familien in Finnland gewöhnt, reichlich Kohlehydrate, Brot, Grützen, Kartoffeln usw. zu genießen, um ihren Nahrungsbedarf zu decken. Obgleich die von Ahlquist untersuchten Kinder sich in einem Krankenhaus befanden, blieben sie selbst dort dieser Gewohnheit treu, denn die Versuche wurden bei sog. frei gewählter Kost ausgeführt. Ebenso gehörten die von Sundström und C. Tigerstedt untersuchten Kinder zu der Landbevölkerung Finnlands, und die von ihnen genossene Kohlehydratmenge war infolgedessen größer als die in manchen Gegenden Mitteleuropas übliche.

Die Größe der Kalorienzufuhr und deren Herstammung aus Eiweiß, Fett und Kohlehydraten ist aus den Tab. III u. IV ersichtlich.

Tabelle IV.
Kalorienzufuhr.

Serie	Kalorienzufuhr durch						Summe Kalorien	N-Kal. N-freie Kalorien
	Eiweiß		Fett		Kohlehydrate			
	absolut	in Proz. der tot. Kalorien	absolut	in Proz. der tot. Kalorien	absolut	in Proz. der tot. Kalorien		
I	262	12·9	802	39·6	960	47·5	2023	1 : 6·7
II	292	12·1	1158	48·2	953	39·7	2403	1 : 7·2
III	605	24·2	807	32·2	1092	43·6	2505	1 : 3·1
IV	292	11·5	799	31·7	1437	56·8	2528	1 : 7·7

Die Kalorienmenge ist in Serie I 76·0 bis 83·6 pro Kilo Körpergewicht, in den übrigen Serien bei Aarne 90·3 bis 93·3 und bei Weikko 98·4 bis 99·4 pro Tag und Kilo Körpergewicht. Sie ist also größer wie die von Camerer bei 7- bis 10- und 11- bis 14jährigen Knaben beobachtete, nämlich 70·8 und 56·1 pro Tag und Kilo, größer als die von Hasse bei 8- bis 11jährigen Mädchen konstatierten Werte 52·1 bis 44·1 und im allgemeinen größer als die von Herbst bei Kindern im Alter von 7 bis 10 und von 13 bis 14 Jahren gefundenen Kalorienwerte, nämlich 67·6 bis 82·3 bzw. 65·4. Sundström hat bei 8- bis 9jährigen durchschnittlich 81·3 und bei 10- bis 11jährigen durchschnittlich 72·5 Kal. pro Kilo Körpergewicht ermittelt, Ahlquist bei 9- bis 10jährigen Knaben 100·34 und C. Tigerstedt bei 7- bis 9jährigen

Kindern durchschnittlich 76 bis 89 und bei 10- bis 14jährigen durchschnittlich 58 bis 72 Kal. pro Kilo.

Die von Ahlquist beobachteten Kalorienwerte pro Kilo Körpergewicht bei 9- bis 10jährigen Kindern sind im Verhältnis zu den von anderen Autoren konstatierten Werten ziemlich groß und nähern sich den von Erich Müller gefundenen hohen Kalorienwerten und den von Sundström nachgewiesenen ziemlich großen Grenzwerten 57 bis 108 bzw. 53 bis 116.

Das Verhältnis der Eiweißkalorien zu den N-freien Kalorien erweist sich bei meinen Untersuchungen in allen Serien, ausgenommen der Serie III, im allgemeinen größer, nämlich 1:6·7 bis 1:7·7, wie das von den meisten Forschern früher konstatierte Verhältnis in einer zweckmäßig zusammengestellten Nahrung, nämlich 1:4·0 bis 1:5·0.

Der besondere Zweck meiner Untersuchung erforderte eine andere Verteilung der Kalorienzufuhr auf Eiweiß, Fett und Kohlehydrate als diejenige, welche Camerer für Kinder über 4 Jahre empfiehlt, d. h. daß von 100 Kal. 17 von Eiweiß, 23 von Fett und 60 von Kohlehydraten gedeckt werden sollen, indem bei meinem Kostsatz das Kalorienprozent aus Eiweiß und Kohlehydraten im allgemeinen kleiner, das Fettprozent dagegen größer als das von Camerer aufgestellte ist.

Aus dem Gesagten folgt also, daß meine 9- bis 10jährigen Versuchsobjekte eine genügende, sogar eine ziemlich reichliche Kalorienmenge täglich erhielten.

Die Nettozufuhr von Nahrung.

Die Resultate der Analyse des Kotes sind in der Tabelle V eingetragen.

Die Tabellen VI und VII zeigen die tägliche Stickstoffzufuhr in der Nahrung, die im Harn und Kot täglich ausgeschiedene N-Menge, die tägliche Stickstoffbilanz, die 24stündige Harnmenge, das spezifische Gewicht des Harns, die Lufttemperatur und das Körpergewicht der Knaben während der ganzen Versuchszeit.

In der Tabelle VIII ist die N-Zufuhr in der Kost, die N-Abgabe im Harn und Kot und die N-Resorption absolut und in Prozent der Zufuhr in den fünftägigen Perioden der vier Untersuchungsserien zusammengestellt.

Die N-Menge im Kote variiert in den verschiedenen Serien verhältnismäßig wenig, ausgenommen bei Aarne, bei welchem sie in der Periode b der Serie II nur 1·9 g beträgt. Im großen und ganzen ist

Tabelle V.

Analyse der Fäzes.

Serie und Periode	Gesamtgewicht getrocknet	Trockensubstanz	Asche	N	Eiweiß N × 6·25	Fett	Kohlehydrate	Kalorien berechnet
	g	g	g	g	g	g	g	
Aarne A.								
I a	204·3	182·9	30·4	12·20	76·29	43·9	32·3	854
b	233·0	214·8	40·7	12·68	79·25	47·4	47·2	959
II a	236·6	229·9	33·8	11·76	73·50	61·8	60·8	1125
b	200·3	179·9	29·8	9·49	59·31	55·4	35·4	904
III a	217·4	200·5	33·9	12·36	77·25	37·9	51·4	880
b	257·1	219·7	41·8	14·87	92·93	49·0	35·0	980
IV a	258·6	238·9	38·2	14·59	91·18	48·5	60·7	1074
b	236·3	222·7	35·0	12·73	79·56	46·4	61·3	1009
Weikko T.								
I a	185·0	163·9	29·6	10·23	63·94	43·9	26·5	779
b	233·3	210·6	31·3	12·34	77·09	43·8	58·0	961
II a	257·6	234·4	33·5	14·17	88·56	60·4	51·9	1138
b	208·4	191·8	28·3	11·27	70·43	55·7	37·4	960
III a	211·0	185·5	33·7	11·76	73·50	38·1	40·2	820
b	252·2	236·5	38·3	13·66	85·37	42·8	70·0	1035
IV a	226·2	211·5	32·4	11·37	71·06	43·0	65·0	958
b	238·0	223·6	34·1	12·32	77·0	41·6	70·9	993

die im Kot täglich ausgeschiedene N-Menge bei den beiden Knaben die gleiche, nämlich bei Aarne 2·35 bis 2·97 g und bei Weikko 2·05 bis 2·83 g und muß daher als ziemlich groß bezeichnet werden. Dies hängt unzweifelhaft mit dem verhältnismäßig großen Gehalt der Kost an gröberen vegetabilischen Nahrungsmitteln nahe zusammen.

Die Stickstoffresorption ist aus der Tabelle VIII ersichtlich. In den Serien II und IV ist sie bei den beiden Knaben ziemlich die gleiche; die N-Resorption beträgt nämlich hier durchschnittlich 9·26 g (Grenzwerte 9·04 bis 9·49 g) bzw. 8·76 g (Grenzwerte 8·48 bis 8·85 g) bei Aarne und 9·85 g (Grenzwerte 8·56 bis 9·14 g) bzw. 9·04 g (Grenzwerte 9·13 bis 8·94 g) bei Weikko. In Prozent der N-Zufuhr ist die N-Resorption in den Serien II und IV bei Aarne 83·3 bis 74·4 und bei Weikko 75·2 bis 80·2. In der Serie III dagegen ist die N-Resorption, wie selbstverständlich, bedeutend größer. Sie ist annähernd die gleiche bei den beiden Knaben, nämlich 20·9 g mit den Grenzwerten 21·15 bis 20·65 g bei Aarne und 21·08 g mit den Grenzwerten 21·27 bis 20·89 g bei Weikko. Die N-Resorption in Prozent der Zufuhr beträgt in dieser Serie bei Aarne 89·5 bis 87·4 und bei Weikko 90·1 bis 88·4.

Tabelle VI.

N-Zufuhr. N-Ausfuhr. N-Bilanz. Lufttemperatur. Körpergewicht.

Aarne A.

Serie und Periode	Datum	N-Zufuhr	N-Ausfuhr			Bilanz	Harnmenge	Spezifisches Gewicht	Lufttemperatur	Körpergewicht
			Harn	Kot	Summe	g	ccm			kg
	1915									
Serie I. Per. a	27. V.	10·22	9·78	2·44	12·22	−2·00	1272	1019	12·7	26·850
	28.	10·22	8·16	2·44	10·60	−0·38	1422	1017	10·2	26·850
	29.	10·22	8·00	2·44	10·44	−0·22	1540	1014	9·4	26·800
	30.	10·22	8·41	2·44	10·85	−0·63	1590	1017	9·8	26·800
	31.	10·22	8·66	2·44	11·10	−0·88	1908	1014	9·7	26·700
Per. b	1. VI.	10·22	7·03	2·54	9·57	+0·65	1970	1013	8·4	26·600
	2.	10·22	7·23	2·54	9·77	+0·45	1830	1014	9·4	26·600
	3.	10·22	7·62	2·54	10·16	+0·06	1560	1015	10·4	26·600
	4.	10·22	8·58	2·54	11·12	−0·90	1850	1014	9·8	26·550
	5.	10·22	8·22	2·54	10·76	−0·54	1885	1015	11·2	26·350
Serie II. Per. a	6.	11·39	9·03	2·35	11·38	+0·01	1710	1014	8·9	26·350
	7.	11·39	8·78	2·35	11·13	+0·26	1925	1014	11·1	26·700
	8.	11·39	8·34	2·35	10·69	+0·70	1500	1016	13·5	26·500
	9.	11·39	8·02	2·35	10·37	+1·02	1600	1016	13·5	26·550
	10.	11·39	9·43	2·35	11·78	−0·39	2475	1012	13·3	26·600
Per. b	11.	11·39	8·44	1·90	10·34	+1·05	1730	1016	14·1	26·650
	12.	11·39	8·17	1·90	10·07	+1·32	1330	1022	13·3	26·600
	13.	11·39	9·38	1·90	11·28	+0·11	2030	1014	10·9	26·750
	14.	11·39	7·88	1·90	9·78	+1·61	1330	1019	10·5	26·350
	15.	11·39	7·81	1·90	9·71	+1·68	1690	1016	13·6	26·650
Serie III. Per. a	16.	23·62	14·31	2·47	16·78	+6·84	1630	1020	12·5	26·800
	17.	23·62	17·47	2·47	19·94	+3·68	1650	1021	9·2	26·700
	18.	23·62	17·74	2·47	20·21	+3·41	2005	1018	7·8	27·000
	19.	23·62	18·01	2·47	20·48	+3·14	2050	1017	8·5	27·000
	20.	23·62	18·43	2·47	20·90	+2·72	1950	1017	9·5	27·000
Per. b	21.	23·62	18·33	2·97	21·30	+2·32	1990	1018	10·1	27·150
	22.	23·62	20·13	2·97	23·10	+0·52	2380	1015	12·3	27·150
	23.	23·62	18·28	2·97	21·25	+2·37	1970	1017	13·1	27·000
	24.	23·62	18·47	2·97	21·44	+2·18	1720	1019	14·7	27·150
	25.	23·62	19·57	2·97	22·54	+1·08	1860	1019	13·8	27·150
Serie IV. Per. a	26.	11·40	10·30	2·92	13·22	−1·82	1695	1015	13·4	27·000
	27.	11·40	8·46	2·92	11·38	+0·02	1445	1017	14·4	27·150
	28.	11·40	8·35	2·92	11·27	+0·13	1515	1016	13·7	27·000
	29.	11·40	7·78	2·92	10·70	+0·70	2120	1010	14·5	27·150
	30.	11·40	7·60	2·92	10·52	+0·88	1960	1012	14·3	27·150
Per. b	1. VII.	11·40	6·88	2·55	9·43	+1·97	1500	1013	16·7	27·050
	2.	11·40	8·40	2·55	10·95	+0·45	1740	1014	18·4	27·200
	3.	11·40	7·51	2·55	10·06	+1·34	1610	1013	16·9	27·150
	4.	11·40	7·36	2·55	9·91	+1·49	1535	1015	17·2	27·150
	5.	11·40	7·39	2·55	9·94	+1·46	1445	1015	17·9	27·150

Tabelle VII.

N-Zufuhr. N-Ausfuhr. N-Bilanz. Lufttemperatur. Körpergewicht.

Weikko T.

Serie und Periode	Datum	N-Zufuhr	N-Ausfuhr			Bilanz	Harnmenge	Spezifisches Gewicht	Lufttemperatur	Körpergewicht
			Harn	Kot	Summe	g	ccm			kg
	1915									
Serie I. Per. a	27. V.	10·22	8·58	2·05	10·63	−0·41	1191	1018	12·7	23·850
	28.	10·22	7·55	2·05	9·60	+0·62	2020	1013	10·2	24·250
	29.	10·22	6·61	2·05	8·66	+1·56	2000	1011	9·4	24·300
	30.	10·22	7·85	2·05	9·90	+0·32	1950	1013	9·8	24·000
	31.	10·22	6·74	2·05	8·79	+1·43	1515	1013	9·7	24·200
Per. b	1. VI.	10·22	9·43	2·47	11·90	−1·68	1840	1016	8·4	24·150
	2.	10·22	5·71	2·47	8·18	+2·04	1510	1015	9·4	24·100
	3.	10·22	6·75	2·47	9·22	+1·00	1630	1014	10·4	24·150
	4.	10·22	7·44	2·47	9·91	+0·31	1860	1014	9·8	24·100
	5.	10·22	7·29	2·47	9·76	+0·46	1920	1014	11·2	24·050
Serie II. Per. a	6.	11·39	7·11	2·83	9·94	+1·45	1380	1018	8·9	24·050
	7.	11·39	6·94	2·83	9·77	+1·62	1940	1014	11·1	24·550
	8.	11·39	5·20	2·83	8·03	+3·36	1380	1017	13·5	24·350
	9.	11·39	6·03	2·83	8·86	+2·53	2110	1012	13·5	24·550
	10.	11·39	7·39	2·83	10·22	+1·17	1982	1015	13·3	24·600
Per. b	11.	11·39	7·12	2·25	9·37	+2·02	1720	1016	14·1	24·750
	12.	11·39	7·54	2·25	9·79	+1·60	1280	1023	13·3	24·500
	13.	11·39	7·18	2·25	9·43	+1·96	2010	1013	10·9	24·750
	14.	11·39	8·26	2·25	10·51	+0·88	1345	1019	10·5	24·300
	15.	11·39	7·36	2·25	9·61	+1·78	1690	1016	13·6	24·600
Serie III. Per. a	16.	23·62	12·68	2·35	15·03	+8·59	1580	1021	12·5	24·850
	17.	23·62	15·77	2·35	18·12	+5·50	1815	1021	9·2	25·000
	18.	23·62	17·30	2·35	19·65	+3·97	2010	1017	7·8	25·000
	19.	23·62	16·98	2·35	19·33	+4·29	1780	1018	8·5	25·000
	20.	23·62	17·36	2·35	19·71	+3·91	1980	1017	9·5	25·150
Per. b	21.	23·62	18·15	2·73	20·88	+2·74	1795	1019	10·1	25·350
	22.	23·62	19·64	2·73	22·37	+1·25	2255	1016	12·3	25·550
	23.	23·62	17·11	2·73	19·84	+3·78	1860	1017	13·1	25·400
	24.	23·62	19·70	2·73	22·43	+1·19	1775	1020	14·7	25·350
	25.	23·62	19·41	2·73	22·14	+1·48	1995	1018	13·8	25·500
Serie IV. Per. a	26.	11·40	10·83	2·27	13·10	−1·70	1680	1015	13·4	25·300
	27.	11·40	8·54	2·27	10·81	+0·59	1435	1016	14·4	25·550
	28.	11·40	8·54	2·27	10·81	+0·59	1640	1016	13·7	25·650
	29.	11·40	7·82	2·27	10·09	+1·31	1960	1012	14·5	25·700
	30.	11·40	7·84	2·27	10·11	+1·29	1760	1013	14·3	25·700
Per. b	1. VII.	11·40	7·89	2·46	10·35	+1·05	1770	1013	16·7	25·750
	2.	11·40	7·32	2·46	9·78	+1·62	1475	1015	18·4	25·800
	3.	11·40	7·73	2·46	10·19	+1·21	1635	1014	16·9	25·900
	4.	11·40	7·74	2·46	10·20	+1·20	1480	1015	17·2	25·900
	5.	11·40	7·54	2·46	10·00	+1·40	1685	1013	17·9	26·050

Tabelle VIII.

N-Resorption. N-Retention. N-Ausscheidung.

Serie und Periode	N-Zufuhr	N-Ausfuhr			N-Resorption		N-Retention			N-Ausscheidung in Proz. der Zufuhr		N-Ausscheidung in Proz. der ganzen Ausfuhr	
		Harn	Kot	Summe	absolut	in Proz. der Zufuhr	absolut	in Proz. der Zufuhr	in Proz. der Resorption	Harn	Kot	Harn	Kot
Aarne A.													
I. a	10·22	8·60	2·44	11·04	7·78	76·1	−0·82	--	–	84·1	23·9	77·9	22·1
b	10·22	7·74	2·54	10·28	7·68	75·1	−0·06	—	—	75·7	24·9	75·3	24·7
II. a	11·39	8·72	2·35	11·07	9·04	79·4	+0·32	2·8	3·5	76·5	20·7	78·8	21·2
b	11·39	8·34	1·90	10·24	9·49	83·3	+1·15	10·1	12·1	73·2	16·7	81·4	18·6
III. a	23·62	17·19	2·47	19·66	21·15	89·5	+3·96	16·8	18·7	72·8	10·5	87·4	12·6
b	23·62	18·96	2·97	21·93	20·65	87·4	+1·69	7·2	8·2	80·2	12·6	86·5	13·5
IV. a	11·40	8·50	2·92	11·42	8·48	74·4	−0·02	—	—	74·6	25·6	74·4	25·6
b	11·40	7·51	2·55	10·06	8·85	77·6	+1·34	11·8	15·2	65·8	22·4	74·7	25·3
Weikko T.													
I. a	10·22	7·46	2·05	9·51	8·17	79·9	+0·71	6·9	8·7	73·0	20·1	78·5	21·5
b	10·22	7·32	2·47	9·79	7·75	75·8	+0·43	4·2	5·5	71·6	24·2	74·8	25·2
II. a	11·39	6·53	2·83	9·36	8·56	75·2	+2·03	17·8	23·7	57·4	24·8	69·8	30·2
b	11·39	7·49	2·25	9·74	9·14	80·2	+1·65	14·5	18·0	65·7	19·8	76·9	23·1
III. a	23·62	16·02	2·35	18·37	21·27	90·1	+5·25	22·2	24·7	67·8	10·0	87·2	12·8
b	23·62	18·80	2·73	21·53	20·89	88·4	+2·09	8·8	10·0	79·6	11·6	87·3	12·7
IV. a	11·40	8·71	2·27	10·98	9·13	80·0	+0·42	3·7	4·6	76·4	19·9	79·3	20·7
b	11·40	7·64	2·46	10·10	8·94	78·4	+1·30	11·4	14·5	67·0	21·6	75·6	24·4

In den Serien I, II und IV beträgt das Prozent der N-Resorption durchschnittlich 77·7 bei Aarne und 78·3 bei Weikko und in der Serie III bei Aarne durchschnittlich 88·5 und Weikko 89·3.

Die bessere prozentige Ausnutzung des Stickstoffes in der Serie III ist natürlich vom Zusatz des sehr leicht resorbierbaren Protons bedingt.

Aus den Tabellen VI bis VIII finden wir ferner, daß sich die N-Ausscheidung bei den beiden Knaben in großen Zügen ganz ähnlich gestaltet. In Prozent der Zufuhr ist die N-Abgabe im Harn mit einigen kleinen Ausnahmen im allgemeinen die gleiche in allen Serien, im Kote aber deutlich kleiner in der Serie III als in den anderen Serien.

Auch die prozentige Verteilung der N-Abgabe auf Harn und Kot zeigt bei den beiden Knaben eine ganz gute Übereinstimmung. Wie nicht anders zu erwarten war, ist die N-Abgabe im Harn im Verhältnis zur Gesamtabgabe in Serie III wesentlich größer als in den anderen Serien.

Die Fettabgabe im Kot ist, wie aus der Tabelle IX hervorgeht, bei Aarne in der I., III. und IV. Serie 7·6 bis 9·8 g, bei Weikko in

Tabelle IX.

Fettresorption.

Serie und Periode	Fettzufuhr		Fett-ausfuhr durch den Kot	Fettresorption	
	pro Tag	pro Tag und Kilo		absolut	in Proz. der Zufuhr
			Aarne A.		
I. a	86·2	3·2	8·8	77·4	89·8
b	86·2	3·2	9·5	76·7	89·0
II. a	124·5	4·7	12·4	112·1	90·0
b	124·5	4·7	11·1	113·4	91·1
III. a	86·8	3·2	7·6	79·2	91·2
b	86·8	3·2	9·8	77·0	88·7
IV. a	85·9	3·2	9·7	76·2	88·7
b	85·9	3·2	9·3	76·6	88·8
			Weikko T.		
I. a	86·2	3·6	8·8	77·4	89·8
b	86·2	3·6	8·8	77·4	89·8
II. a	124·5	5·1	12·1	112·4	90·3
b	124·5	5·1	11·1	113·4	91·1
III. a	86·8	3·4	7·6	79·2	91·2
b	86·8	3·4	8·6	78·2	90·1
IV. a	85·9	3·3	8·6	77·3	89·9
b	85·9	3·3	8·3	77·6	90·3

den gleichen Serien 7·6 bis 8·8 g, bei Aarne in der II. Serie 11·1 bis 12·4 g und bei Weikko in derselben Serie 11·1 bis 12·1 g. Auch diese Werte sind im Vergleich mit früheren Befunden ziemlich hoch.

Die Fettresorption bei Aarne war in den Serien I, III und IV im allgemeinen 88·7 bis 91·2 Proz. der Bruttozufuhr, welche 3·2 g pro Tag und Kilo betrug. In der Serie II beträgt sie 90·0 bis 91·1 Proz. bei einer Fettaufnahme von 4·7 g pro Tag und Kilo. Der durchschnittliche Wert der Fettresorption ist 89·7 Proz.

Bei Weikko sind beinahe die gleichen Verhältnisse zu verzeichnen, indessen mit der Ausnahme, daß die Fettresorption in der Serie IV etwas größer wie bei Aarne ist, nämlich 89·9 bis 90·3 Proz., desgleichen in der Serie III ebenso groß wie in der Serie II, nämlich 90·1 bis 91·2 Proz. Die Fettaufnahme war in der II. Serie 5·1 g pro Tag und Kilo, in den übrigen Serien 3·6 bis 3·3 g. Der durchschnittliche Wert der Fettresorption bei Weikko beträgt 90·4 Proz.

Die Resorptionsverhältnisse der Kohlehydrate gehen aus der Tabelle X hervor. Aus derselben ist ersichtlich, daß die Kohlehydratausfuhr durch den Kot bei beiden Knaben in der Serie IV, wo auch die Zufuhr von Kohlehydraten am größten war, ihr Maximum erreicht.

Tabelle X.

Kohlehydratresorption.

Serie und Periode	Kohlehydratzufuhr		Kohlehydratausfuhr durch den Kot	Kohlehydratresorption	
	pro Tag	pro Tag und Kilo		absolut	in Proz. der Zufuhr
			Aarne A.		
I. a	234·1	8·8	6·5	227·6	97·2
b	234·1	8·8	9·4	224·7	96·0
II. a	232·5	8·8	12·2	220·3	94·8
b	232·5	8·8	7·1	225·4	96·9
III. a	266·4	9·8	10·3	256·1	96·1
b	266·4	9·8	7·0	259·4	97·4
IV. a	350·6	12·9	12·1	338·5	96·5
b	350·6	12·9	12·3	338·3	96·5
			Weikko T.		
I. a	234·1	9·7	5·3	228·8	97·7
b	234·1	9·7	11·6	222·5	95·0
II. a	232·5	9·5	10·4	222·1	95·5
b	232·5	9·5	7·5	225·0	96·8
III. a	266·4	10·6	8·0	258·4	97·0
b	266·4	10·6	14·0	252·4	94·7
IV. a	350·6	13·6	13·0	337·6	96·2
b	350·6	13·6	14·2	336·4	95·9

Bei Aarne beträgt sie in dieser Serie durchschnittlich 12·2 g, bei Weikko 13·6 g. In den übrigen Serien ist keine wesentliche Ähnlichkeit zu verzeichnen, sondern ist die Ausfuhr bei Aarne 6·5 bis 12·2 g, und bei Weikko 5·3 bis 14·0 g.

Die Kohlehydratresorption ist im großen und ganzen bei den beiden Knaben in allen vier Serien annähernd gleich groß. Bei Aarne beträgt sie durchschnittlich 96·4 Proz mit den Grenzwerten 94·8 bis 97·4 Proz., und bei Weikko 96·1 Proz. mit den Grenzwerten 94·7 bis 97·7 Proz.

Aus den vorliegenden Versuchen folgt endlich, daß sich keine besondere Einwirkung einer zu der täglichen Kost zugesetzten Eiweiß- oder Kohlehydratmenge auf die Fettresorption feststellen läßt.

Die Netto-Kalorienzufuhr und die Kalorienresorption der beiden Versuchsknaben ist schließlich aus der Tabelle XI ersichtlich.

Die mit dem Kot ausgeschiedene Kalorienmenge wechselt bei Aarne durchschnittlich zwischen 170 und 225 Kal., und bei Weikko durchschnittlich zwischen 156 bis 228 Kal. pro Tag. Die geringste Zahl wird bei den beiden Knaben in der Periode a der Serie I beobachtet, die höchste in der Periode a der Serie II.

Tabelle XI.

Kalorienresorption.

Serie und Periode	Kalorienzufuhr		Kalorienausfuhr durch den Kot	Kalorienresorption	
	pro Tag	pro Tag und Kilo		absolut	in Proz. der Zufuhr
			Aarne A.		
I. a	2023	76·0	170	1853	91·6
b	2023	76·0	192	1832	90·5
II. a	2403	90·3	225	2178	90·6
b	2403	90·3	181	2222	92·5
III. a	2505	92·8	176	2329	93·0
b	2505	92·8	196	2309	92·2
IV. a	2528	93·3	215	2314	91·5
b	2528	93·3	211	2317	91·7
			Weikko T.		
I. a	2023	83·6	156	1868	92·3
b	2023	83·6	192	1831	90·5
II. a	2403	98·5	228	2176	90·5
b	2403	98·5	192	2211	92·0
III. a	2505	99·4	164	2341	93·4
b	2505	99·4	207	2298	91·3
IV. a	2528	98·4	192	2337	92·4
b	2528	98·4	199	2330	92·1

Betreffs der Kalorienresorption sind bei den beiden Knaben ungefähr gleiche Verhältnisse zu beobachten. In der Serie I ist sie im allgemeinen geringer wie in den anderen Serien, was auf die kleinere totale Kalorienzufuhr in dieser Serie zurückzuführen ist. Außerdem ist sie bei den beiden Knaben in der I. Serie gleich groß, nämlich in der Periode a 1853 bzw. 1868, und in der Periode b 1831. In den Serien II bis IV entsprechen die absoluten Werte der Kalorienresorption ebenfalls annähernd einander; bei Aarne wechseln sie von 2178 bis 2329 und bei Weikko von 2176 bis 2341.

In Prozent der Kalorienzufuhr betrug die Resorption bei Aarne 91·7 mit den Grenzwerten 90·5 bis 92·96 Proz. und bei Weikko 91·8 mit den Grenzwerten 90·5 bis 93·4 Proz. Am niedrigsten war das Resorptionsprozent in der Periode b der Serie I und in der Periode a der Serie II, am höchsten in der Periode a der Serie III.

Der Eiweißansatz.

Die nähere Besprechung des Eiweißansatzes in diesen Versuchen geschieht am besten an der Hand der Tabellen VI bis VIII (S. 20 bis 22).

Aus diesen Tabellen ersehen wir, daß die N-Bilanz bei Aarne in der I. Serie negativ war, ausgenommen während dreier Tage in der Mitte der Serie, wo eine geringe positive N-Bilanz zu bemerken ist. In der II., III. und IV. Serie ist die N-Bilanz positiv, ausgenommen am 5. Tage der II. Serie und am 1. Tag der IV. Serie. Bei Weikko ist die N-Bilanz positiv schon in der I. Serie mit Ausnahme des ersten Tages in beiden Perioden. Sonst ist sie nur am 1. Tage der IV. Serie negativ.

In bezug auf die Größe der positiven N-Bilanz in der II., III. und IV. Serie geht aus den Tabellen folgende Tatsache hervor: Der N-Ansatz in der II. Serie, während welcher mehr als gewöhnlich Fett verabreicht wurde, und in der IV. Serie, während welcher der Grundkost eine entsprechende Kalorienmenge Kohlehydrate in Form von Zucker zugefügt wurde, ist im großen ganzen gleich groß, aber kleiner als in der III. Serie, während welcher der Grundkost eine isodyname Menge Eiweiß in Form von Proton zugesetzt wurde. Dies gilt für die beiden Knaben; nur ist der N-Ansatz bei Weikko deutlich größer als bei Aarne.

Aus der Tabelle VIII ist ferner ersichtlich, daß bei Aarne die

N-Retention in Periode a in der II. Serie durchschnittlich + 0·32 g war mit den Grenzwerten — 0·39 und + 1·02 g, in Periode b durchschnittlich + 1,15 g mit den Grenzwerten + 0·11 und + 1·68 g. In Periode a der IV. Serie war die N-Bilanz durchschnittlich — 0·02 g mit den Grenzwerten — 1·82 und + 0·88 g, also im ganzen negativ, obgleich die N-Bilanz während 4 einzelnen Tagen positiv war. Diese positive Bilanz war indessen in den erwähnten Tagen im Vergleich mit der negativen Bilanz von 1·82 g am 1. Tage der IV. Serie klein. In Periode b war die N-Bilanz wieder positiv, nämlich durchschnittlich + 1·34 g mit den Grenzwerten + 0·45 und + 1·97 g. Demnach sind die durchschnittlichen N-Bilanzen der II. und IV. Serie im allgemeinen die gleichen, was besonders klar aus der späteren Periode der genannten Serien mit den Werten + 1·15 und + 1·34 g hervorgeht. Die N-Retention in Prozenten der N-Zufuhr ist in den entsprechenden Perioden 10·1 und 11·8 und in Prozenten der Resorption 12·1 und 15·2.

In der III. Serie ist die positive N-Bilanz im allgemeinen groß, in Periode a größer, nämlich durchschnittlich + 3·96 g mit den Grenzwerten + 2·72 und + 6·84 g, als in Periode b, in welcher die N-Bilanz durchschnittlich + 1·96 g mit den Grenzwerten + 0·52 und + 2·37 g beträgt. Die N-Retention in Prozenten der N-Zufuhr ist in den entsprechenden Perioden durchschnittlich 16·8 und 7·2 und in Prozenten der Resorption 18·7 und 8·2.

Bei Weikko ist in den beiden Perioden der I. Serie die N-Retention positiv, in der ersteren + 0·71 g (Grenzwerte — 0·41 und + 1·56 g) und in der zweiten + 0·43 g (Grenzwerte — 1·68 und + 2·04 g). In Periode b der I. Serie ist die N-Bilanz ebenso groß wie in Periode a der IV. Serie, also + 0,42 g. In der II. und den folgenden Serien ist die N-Retention im allgemeinen größer als in Serie I, was von dem Zusatz von 10 g Proton bedingt ist. In der II. Serie ist die N-Retention in Periode a durchschnittlich + 2·03 g (Grenzwerte + 1·17 und + 3·36 g) und in Periode b durchschnittlich + 1·65 g (Grenzwerte + 0·88 und + 2·02 g). Auch in dieser Beziehung entsprechen die II. und IV. Serie im allgemeinen einander, was die N-Bilanz betrifft, wie auch die bei dem älteren Knaben. In Periode a der IV. Serie ist die N-Retention zwar kleiner als der entsprechende Wert in der II. Serie, nämlich + 0·42 g (— 1·70 und + 1·31 g), aber in Periode b beträgt sie + 1·30 g (+ 1·05 und 1·62 g), d. h. sie ist beinahe die gleiche wie der durchschnittliche Wert der N-Retention + 1·65 g in Periode b der II. Serie.

Die N-Retention in Prozenten der Zufuhr ist in den Perioden a und b der II. und IV. Serie 17·8 und 14·5 bzw. 3·7 und 11·4 und in Prozenten der Resorption 23·7 und 18·0 bzw. 4·6 und 14·5. In der Periode b der IV. Serie ist die N-Retention in Prozenten der N-Zufuhr bei den beiden Knaben gleich groß, nämlich 11·8 bzw. 11·4.

In der III. Serie ist die N-Retention bei Weikko noch größer wie bei dem älteren Knaben, d. h. in Periode a durchschnittlich + 5·25 g mit den Grenzwerten + 3·91 und + 8·59 g, und in Periode b durchschnittlich + 2·09 g mit den Grenzwerten + 1·19 und + 3·78 g. Bei beiden Knaben ist die N-Bilanz in Periode a größer als in Periode b. Die N-Retention in Prozenten der N-Zufuhr ist bei Weikko in der III. Serie durchschnittlich 22·2 und 8·8 und in Prozenten der Resorption durchschnittlich 24·7 und 10·0, also größer als die entsprechenden Zahlen bei Aarne.

Die täglichen Veränderungen der N-Retention in den Serien II, III und IV verlaufen bei beiden Knaben, in großen Zügen betrachtet, ziemlich gleichmäßig.

Im Anfang der Serie II kommt bei beiden Knaben sogleich eine Steigerung der Stickstoffretention zum Vorschein, wenn die N-Menge in der Kost von 10·22 g auf 11·39 g erhöht wird.

Die N-Bilanz bei Aarne, welche am Ende der Serie I negativ war, wird sofort positiv, in den ersten Tagen der Serie II zwar nur + 0·01 g betragend, vergrößert sich aber andauernd, bis sie am 4. Tage + 1·02 g ist. Nachdem sie am 5. Tage negativ, nämlich — 0·39 g gewesen, bleibt die N-Retention die folgenden Tage auch weiterhin ziemlich auf der gleichen Höhe und beträgt am letzten Tage der II. Serie + 1·68 g.

Die N-Bilanz des letzten Tages von Serie I mit + 0·46 g bei Weikko steigt gleichfalls im Anfang von Serie II auf + 1·45 g und nimmt immer weiter zu, bis sie am 3. Tage mit + 3·36 g ihren Höhepunkt erreicht und noch am 4. + 2·53 g beträgt. Von da ab nehmen die N-Retentionen mit kleinen Variationen ab und enden am letzten Tage der Serie mit einem Werte von + 1·78 g.

In Serie III steigt die N-Bilanz plötzlich an, wenn die N-Zufuhr von 11·39 g auf 23·62 g zunimmt. Bei Aarne beträgt die N-Retention am 1. Tage der III. Serie + 6·84 g, nachdem sie am letzten Tage der II. Reihe + 1·68 g war. Am 2., 3. und 4. Tage bleibt er noch auf 3·68 bis 3·14 g stehen, aber von da ab vermindert er sich stetig und

sinkt am letzten Tage der Serie III auf + 1·08. Bei Weikko tritt in der III. Serie ganz dasselbe hervor: am 1. Tage eine Zunahme der N-Bilanz von + 1·78 auf + 8·59 g; in den nächsten Tagen erscheint zwar eine Abnahme der N-Retention, diese ist aber immer noch hoch, nämlich 5·50 bis 3·91 g, bis sie am 6. Tage auf + 2·74 g herabsinkt und von da ab immer weiter, mit Ausnahme des 8. Tages, abnimmt.

In der IV. Serie, wo die N-Einnahme in der Kost plötzlich von 23·62 g auf 11·40 g sinkt, ist bei beiden Knaben am 1. Tage eine negative N-Bilanz. Vom 2. Tage ab wird bei beiden Knaben die N-Retention ganz auf die entsprechende Weise größer, bis sie besonders um das Ende der Serie im allgemeinen die gleichen wie in Serie II sind.

Namentlich in der III. Serie tritt also klar hervor, wie die Zunahme der Stickstoffeinnahme zu einer vermehrten N-Retention führt. Anfangs verursacht diese Zunahme der N-Zufuhr einen ungewöhnlich großen N-Ansatz im Körper. Aber schon vom folgenden Tage an ist die retinierte N-Menge bedeutend kleiner, bis sich diese Retention nach Verlauf einiger Tage immer mehr verringert und am Schlusse der 10 Tage währenden Serie ganz ebenso groß ist, als vor der Vergrößerung der N-Einnahme. Dies alles stimmt ja mit dem Verhalten des erwachsenen Körpers bei Veränderungen der Eiweißzufuhr gut überein. Und die Tatsache, daß die N-Bilanz während des ersten Tages der IV. Serie sowohl bei Aarne als bei Weikko negativ ist, hängt offenbar damit zusammen, daß die N-Zufuhr beim Übergang von der III. zur IV. Serie plötzlich auf weniger als die Hälfte vermindert wurde und bietet also ihrerseits eine gute Übereinstimmung mit anderweitigen Erfahrungen dar.

Was aber, meiner Meinung nach, hierbei bemerkenswert ist, ist, daß die Bilanz schon am 2. Tage der IV. Reihe wieder positiv ist, denn diese Erscheinung zeigt doch, daß die während der III. Serie stattgefundene N-Retention keine nur scheinbare gewesen ist.

Der N-Ansatz ist also tatsächlich besonders groß gerade in denjenigen Versuchsserien gewesen, wo absichtlich der in den übrigen Serien extra verabreichten Fett- bzw. Kohlehydratmenge eine kalorisch entsprechende Eiweißmenge täglich verabreicht wurde, mit anderen Worten der große Eiweißansatz muß als die Folge der größeren Eiweißzufuhr bezeichnet werden.

Das günstigere Verhältnis der Fett- und insbesondere der Kohle-

hydratmenge zu der Eiweißmenge in der Kost dürfte also nicht unbedingt ausschlaggebend für den Eiweißansatz im wachsenden Körper sein, denn auch die absolute Eiweißmenge scheint hierbei eine bedeutende Rolle zu spielen, und unter der Voraussetzung, daß der wachsende Körper eine genügende Menge Fett und Kohlehydrate bekommt, um so größer scheint auch der Eiweißansatz zu sein.

Zwar erhielt Stargardter in der 3. Periode seiner I. Versuchsreihe die größte positive N-Bilanz, nämlich + 0·322 g pro Tag, indem er seinem 5 Jahre 10 Monate alten Versuchsknaben Eiweiß 1·51 g, Fett 4·16 g und Zucker 10·27 g pro Kilo verabreichte, während die tägliche Kalorienzufuhr 1201 betrug; in der 5. Periode war die N-Bilanz + 0·135 g pro Kilo mit einer Eiweißmenge von 2·19 g pro Kilo, während die Fettmenge 4·16 g, die Zuckermenge 6·65 g pro Kilo und die totale Kalorienzufuhr 1032 betrug. Gleichfalls gelang es ihm in der 3. Periode der II. Versuchsreihe bei einem 6 Jahre 8 Monate alten Knaben, die N-Bilanz bis + 0·34 g pro Kilo zu bringen, indem er Eiweiß 1·3 g, Fett 3·8 g und Zucker 7·8 g pro Kilo verabreichte bei totaler Kalorienmenge 1264. Das Verhältnis der N-Kalorien zu den N-freien Kalorien war in den erwähnten Perioden 1:13; 1:7·3 und 1:12·2.

In diesen Perioden war aber die totale Kalorienzufuhr verschieden, und zwar war sie am größten gerade in den Perioden, in welchen auch die positive N-Bilanz ihr Maximum erreichte. In meinen Untersuchungen wurde dagegen die totale Kalorienmenge, soweit möglich, auf etwa gleicher Höhe in den verschiedenen Versuchsserien gehalten und war in der III. (Eiweiß-) Serie sogar etwas kleiner als in der IV. Serie und infolgedessen war auch das Verhältnis der N-Kalorien zu den N-freien Kalorien ein anderes gewesen. Wie aus der Tabelle IV ersichtlich, ist jenes Verhältnis 1:6·7 bis 1:7·7 mit Ausnahme der III. Serie, in welcher die Eiweißzufuhr besonders groß war, 1:3·1.

Es wäre von großem Interesse, den bei meinen Versuchen erzielten Eiweißansatz mit Zahlen von anderen Forschern vergleichen zu können. Dies ist indessen nicht möglich, weil entsprechende Untersuchungen, mit Ausnahme von denen von Stargardter an gesunden älteren Kindern, meines Wissens, nicht vorliegen. Untersuchungen, die sich auf verschiedene pathologische Zustände beziehen, wie Pippings an Kindern bei Scharlach, Baginskys und Dronkes (24) bei Chorea, wo die Kinder außerdem während der Beobachtungszeit interkurrente Krankheiten mit Fieber durchmachten, Baginskys und Sommerfelds (25) an Kindern, die sich nach Fieberkrankheiten in der Rekonvaleszenz be-

fanden, Lungwitz' an kranken und rekonvaleszenten Kindern und Ahlquists an tuberkulösen und skrofulösen Knaben, eignen sich, obgleich dabei ein bedeutender Eiweißansatz nachgewiesen wurde, nicht zu Vergleichsmaterial, weil der Eiweißansatz gerade unter solchen Umständen besonders groß ist, wo der Verbrauch des Körpereiweißes infolge von Fieber und anderen pathologischen Zuständen, oder wegen Hunger und Unterernährung bedeutend gewesen ist und der Körper bestrebt ist, seinen früheren normalen Zustand wieder zu erreichen. Auch die an Säuglingen ausgeführten Untersuchungen über die Größe des Eiweißansatzes lassen sich nicht als Vergleichsmaterial gebrauchen, da sich die Verhältnisse in bezug auf die Qualität der Nahrung und deren Ausnutzung nicht ganz unwesentlich von denen bei größeren Kindern unterscheiden (vgl. Rubner und Heubner (26, 27)).

Auch die von Ahlquist an gesunden Knaben ausgeführte Versuchsserie, in welcher der N-Ansatz bei reichlicher N-Zufuhr ziemlich groß war, eignet sich nicht zum Vergleich, weil diese unter wesentlich anderen Umständen, was die Menge der Nährstoffe und auch die Kalorienmenge betrifft, als die meinigen ausgeführt wurde.

In Ermangelung an Versuchen über die Wirkung von großen Eiweißmengen auf den Eiweißansatz bei älteren Kindern, welche zum Vergleich mit den meinigen benutzt werden konnten, bleibt mir nur übrig, entsprechende Beobachtungen an gesunden Erwachsenen zu berücksichtigen. In der Tat scheinen diese die bei meinen Stoffwechselversuchen erzielten Resultate zu bestätigen, indem auch sie zeigen, daß eine reichliche Zufuhr von Eiweiß eine nicht zu verkennende Bedeutung für die den Umfang des Eiweißansatzes hat.

Bei seinem ersten Selbstversuche konnte Bornstein (28) durch Erhöhung ausschließlich der Eiweißmenge seiner Nahrung einen bedeutenden N-Ansatz nachweisen. Nach viertägiger Vorperiode mit einer Erhaltungskost, wo er sich mit 14·9 g N im Gleichgewicht befand, fügte er seiner Nahrung 14 Tage lang täglich 50 g Kaseinnatrium oder Nutrose bei, wodurch die tägliche Eiweißmenge auf 137 g anstieg. Die Nahrung und die Kalorienzufuhr blieb jeden Tag qualitativ und quantitativ die gleiche. Während dieses 14tägigen Versuches kam im ganzen eine N-Retention von 16 g, d. h. durchschnittlich pro Tag mehr als 1 g Stickstoff zum Vorschein; in den zwei letzten Versuchstagen war der Ansatz 1·4 g bzw. 1·7 g N.

Ein ähnliches Resultat ergab der zweite Selbstversuch Bornsteins (29), bei dem die Eiweißüberernährung mit Muskelarbeit verbunden wurde. Nach einer Vorperiode mit 13·2 g N ins Gleichgewicht gekommen, verzehrte der Autor 18 Tage lang 50 g Nutrose pro Tag

und retinierte davon im ganzen 72 g N, d. h. täglich fast 1·5 g N, wobei noch in den letzten 5 Tagen die tägliche N-Retention durchschnittlich mehr als 2 g betrug. Die Kost blieb während der ganzen Zeit dieselbe und auch die totale Eiweißmenge jeden Tag war gleich groß. Am Ende der beiden Versuche hatte Bornstein das N-Gleichgewicht noch lange nicht erreicht und hätte noch weiter Stickstoff retinieren können.

Erfahrungen, die für die Richtigkeit der Bornsteinschen Versuche sprechen, sind von Fröhner und Hoppe (30) bei Tropondarreichung mitgeteilt worden. Ebenso hat Kaufmann (31) beobachtet, daß Erwachsene durch kurz dauernde, wiederholte Zulagen von großen Mengen Eiweiß ganz beträchtliche Mengen Stickstoff zur Retention bringen können.

Weiter ist es Lüthje (32) gelungen, bei Erwachsenen sehr große N-Retentionswerte hervorzubringen, indem er ihnen sehr große Nahrungsmengen verabreichte, und zwar mit bedeutenden Eiweißquantitäten in Form von Fleisch und Nutrose oder Fleisch und Fleischpulver und Eiern, und zur selben Zeit auch große Mengen von N-freien Nahrungsmitteln. Dadurch erzielte er z. B. in 10 Tagen einen N-Ansatz von 146·98 g oder 14·7 g pro Tag; dabei betrug die tägliche N-Einnahme 49·95 g und die totale Kalorienzufuhr 4065, d. h. pro Kilo und Tag 66. Desgleichen beobachtete er in 10 Tagen 60·98 g oder 6·09 g N-Retention pro Tag, bei einer täglichen Stickstoffeinnahme von 41·92 bzw. 41·56 g und einer Kalorienzufuhr von etwa 56 pro Kilo. Ferner gelang es ihm bei derselben Versuchsperson während 5 Tagen 61·19 g N oder 12·23 g pro Tag zu retinieren, als er ihr täglich 61·55 g bzw. 60·25 g N pro Tag und etwa 70 Kalorien pro Kilo verabreichte. Die totale Kalorienzufuhr war jeden Tag gleich groß, und zwar in dem erstgenannten Versuche 4720 und in dem letztgenannten 6035.

Aus diesen Versuchen geht also hervor, daß man bei gesunden erwachsenen Menschen einen bedeutenden Eiweißansatz erreicht hat, indem man ihnen große Eiweißmengen verabreicht hat, und daß diese Stickstoffretention offenbar von der großen Eiweißzufuhr abhängig ist.

Wenn es sich so mit einem nicht mehr wachsenden Organismus verhält, dessen Neigung zur Eiweißretention ja im allgemeinen klein ist, so liegt um so mehr Grund für die Auffassung vor, daß beim Kinde, dessen Körper im fortwährenden Wachstum begriffen ist, die absolute

Menge des zugeführten Eiweißes an und für sich eine nicht unwesentliche Bedeutung haben muß.

Meine Untersuchungen bezweckten nicht, die Frage zu beantworten, wie lange ein wachsender Körper große Eiweißmengen retinieren kann, bzw. in welcher Form das im Körper angesetzte Eiweiß dort vorkommt, welche Frage in der Physiologie des Stoffwechsels seit Voit vielfach erörtert worden ist. Waren ja die für meine Versuche verwendeten Versuchsserien von 10 Tagen Dauer zu kurz bemessen, um die erste Frage zu lösen, und die zweite, theoretische Frage stand ganz außerhalb meiner speziellen Aufgabe.

Das Körpergewicht.

Aus den Tabellen VI und VII geht hervor, daß das Körpergewicht Aarnes während der Versuchszeit von 26·850 kg auf 27·150 kg, also nur um 300 g anstieg. Dagegen erhöhte sich das Körpergewicht Weikkos in derselben Zeit von 23·850 kg auf 26·050 kg, also um 2·200 kg.

Während der I. Serie blieb das Körpergewicht Aarnes in den ersten Tagen unverändert 26·850 kg, sank dann während der zweiten Periode dieser Serie etwas herab und betrug am 10. Versuchstage 26·350 kg. Während der II. Serie kamen unregelmäßige Schwankungen des Körpergewichtes zum Vorschein, das Schlußresultat dieser Serie ist indessen eine Zunahme von 300 g. In der Serie III erfolgt die größte Gewichtszunahme, im ganzen 500 g, so daß das Körpergewicht am letzten Tage derselben 27·150 kg betrug. In der IV. Serie kommen keine bemerkenswerten Gewichtsveränderungen mehr vor, und das Gewicht bleibt auf dem in der III. Serie erreichten Stand von 27·150 kg stehen.

Bei Weikko steigt das Körpergewicht schon im Verlaufe der I. Serie um 200 g an und beträgt am letzten Tage der Serie 24·050 kg. Im Verlauf der II. Serie steigt das Gewicht stetig auf 24·600 kg. Ebenso wie bei Aarne, ist auch bei Weikko die Gewichtszunahme in Serie III am bedeutendsten; sie beträgt bei diesem im ganzen 900 g; sein Körpergewicht war demnach am Ende der III. Serie 25·500 kg. Noch in Serie IV steigt das Gewicht um 550 g auf 26·050 kg.

Bei Weikko erfolgte also die Gewichtszunahme stetig während der ganzen Versuchszeit, wogegen dies bei Aarne nur in Serie II und III der Fall war. In Serie I, wo das Körpergewicht bei Aarne herabsank,

kam auch im allgemeinen kein Eiweißansatz zustande. Bei Weikko findet dagegen während der I. Serie gleichzeitig mit der Gewichtszunahme auch ein N-Ansatz statt. Die maximale Gewichtszunahme tritt indessen bei den beiden Knaben in Serie III, wo der Eiweißansatz am größten war, auf.

Eigentümlich ist, daß das Gewicht Aarnes in Serie IV nicht zunahm, obgleich die Kost völlig genügte und die positive N-Bilanz etwa derselben Größe wie in der II. Serie, wo das Körpergewicht um 300 g anstieg, war.

Der Umsatz der anorganischen Nahrungsstoffe.

Da der Umsatz der Mineralstoffe bei älteren gesunden Kindern ein nur wenig erforschtes Gebiet darstellt, schien es mir von einem gewissen Interesse zu sein, mein Versuchsmaterial auch zur Aufklärung dieser Frage zu verwenden.

Die bisher vorliegenden Untersuchungen in dieser Richtung sind von Schabad (33, 34, 35, 36), Herbst (6), Jundell (9) und Ahlquist (2) veröffentlicht worden. Alle diese Untersuchungen sind bei sog. frei gewählter Kost ausgeführt worden.

Neben seinen zahlreichen Untersuchungen über den Stoffwechsel bei Rachitis hat Schabad auch einige Bilanzversuche über den Calcium- und Phosphorumsatz bei gesunden Knaben im Alter von 4 bis 5 Jahren angestellt. Herbst hat den Calcium-, Magnesium- und Phosphorstoffwechsel bei gesunden Knaben im Alter von 6 bis 14 Jahren untersucht. Die Stoffwechselversuche Jundells sind an zwei gesunden Knaben im Alter von 5 bis 7 Jahren ausgeführt, und behandeln den Ca-, Mg- und P-Umsatz. Ahlquist hat vollständige Bilanzversuche über Ca, Mg und P an gesunden Knaben im Alter von 3 bis 10 Jahren unternommen. Außerdem hat R. Tigerstedt (37) an dem von Sundström (7) gesammelten Material die Aschebestandteile in der Kost von 23 Kindern im Alter von 2 bis 11 Jahren und von 10 Kindern im Alter von 12 bis 16 Jahren untersucht.

Die Zufuhr der Gesamtasche.

Aus der Tabelle XII ersieht man, daß die Aschezufuhr in Serie I am kleinsten ist, nämlich 26·3 g, und in den Serien II und IV 29·2 bis 29·0 g beträgt. In der III. Serie ist sie am größten, nämlich 31·9 g. Diese Verschiedenheiten rühren offenbar von dem Proton-

zusatz her. Pro Tag und Kilo berechnet, bekam Aarne in Serie I 0·989 g und Weikko 1·089 g, sowie in den Serien II und IV ersterer 1·100 g bzw. 1·071 g, und letzterer 1·198 g bzw. 1·129 g. In der III. Serie war die Zufuhr bei Aarne 1·182 g und bei Weikko 1·267 g.

Tabelle XII.

Zufuhr der Gesamtasche.

Serie	Körpergewicht kg	Aschezufuhr pro Tag	Aschezufuhr pro Tag und Kilo
	Aarne A.		
I	26·6	26·3	0·989
II	26·6	29·2	1·100
III	27·0	31·9	1·182
IV	27·1	29·0	1·071
	Weikko T.		
I	24·2	26·3	1·089
II	24·4	29·2	1·198
III	25·2	31·9	1·267
IV	25·7	29·0	1·129

Zurzeit besitzen wir noch keine Gewißheit über die Minimalmengen derjenigen Mineralstoffe, welche zur Befriedigung des Salzbedarfes bei Menschen in verschiedenem Alter unbedingt erforderlich sind. Daß aber die Menge der anorganischen Nahrungsstoffe in der von meinen Versuchspersonen genossenen Kost jedenfalls genügend war, dürfte daraus hervorgehen, daß meine Aschewerte ebenso groß waren als die von R. Tigerstedt bei 8- bis 10jährigen Kindern nachgewiesene Gesamtaschezufuhr, 29·80 g pro Tag, und etwas größer als der Gesamtaschewert von Ahlquist, 24·10 g, bei einem gleichaltrigen Knaben.

Der Calciumumsatz.

Über den Calciumumsatz enthält die Tabelle XIII alle nötigen Angaben.

Die tägliche Zufuhr von CaO ist einigermaßen gleich groß in den Serien I, II und IV, nämlich 1·637 bis 1·571 g, aber in der Serie III, wegen der bedeutenden Protonmenge, etwas größer, 1·899 g. Pro Tag und Kilo berechnet, ist die CaO-Zufuhr in den Serien I, II und IV

0·062 bis 0·058 g bei Aarne und 0·067 bis 0·061 g bei Weikko, während sie in der III. Serie bei Aarne 0·070 g und bei Weikko 0·076 g beträgt.

Diese Werte sind kleiner als der von Ahlquist bei einem 9- bis 10jährigen Knaben beobachtete Wert von 3·3376 g CaO. Auch die von Schabad bei 4- bis 5jährigen und von R. Tigerstedt bei 8- bis 11jährigen Kindern nachgewiesenen CaO-Werte 2·091 bis 2·917 g bzw. 3·32 g, sind größer als die meinigen. Jundell beobachtete bei seinen Stoffwechselversuchen an zwei Knaben von 5 bis 7 Jahren in der Kost 1·0968 bis 1·7497 g CaO. Dagegen sind die Zahlen von Herbst 1·072 bis 1·385 g bei 8- bis 13jährigen Knaben kleiner als die von anderen Autoren gefundenen.

Der bedeutende Unterschied in bezug auf die Calcium- und die Phosphormenge in der Kost verschiedener Individuen hängt mehr oder weniger mit der Größe der Milchzufuhr zusammen, denn je reichlicher Milch genossen wird, um so größer ist auch die Zufuhr von Calcium und Phosphor. So bekamen die von R. Tigerstedt und Ahlquist untersuchten Kinder etwa 1000 g Milch, diejenigen Schabads 1200 bis 1700 g, aber die von Herbst nur etwa 500 g täglich. Außerdem war der Gehalt der von Herbst verwendeten Milch an CaO und insbesondere an MgO gering, nämlich 0·1478 Proz. bzw. 0·0174 Proz., während die von Ahlquists Versuchsknaben genossene Milch 0·1658 Proz. CaO und 0·0250 Proz. MgO enthielt.

In bezug auf die Kalkresorption wie auf die Resorption von Magnesium und Phosphor bemerke ich, daß ich als „Resorption" den Unterschied zwischen der Zufuhr in der Kost und der Abgabe im Kot bezeichne, obgleich ein wesentlicher Teil der im Kot enthaltenen Mengen von diesen Substanzen keinen direkten Rest der Kost darstellt, sondern wirkliche Ausscheidungsprodukte sind.

Die beiden Knaben bieten eine große Übereinstimmung bei der Kalkresorption dar. In den Serien I und IV ist diese etwas kleiner als in den zwei anderen Serien. In Serie II ist sie bei Aarne 0·306 bis 0·371 g und in Serie IV 0·123 bis 0·295 g, bei Weikko 0·251 bis 0·387 g bzw. 0·154 bis 0·090 g, was unzweifelhaft vom Proton in der Kost abhängig ist. In der III. Serie, wo die Protonzufuhr am größten war, erreichte auch die Ca-Resorption ihre höchsten Werte. Dies gilt insbesondere von der Periode a der Serie III, wo die resorbierten Kalkmengen bei dem Aarne 0·547 g und bei Weikko 0·428 g betragen. In Periode b der gleichen Serie nimmt die Resorption schon wieder ab und beträgt bei jenem 0·345 g und bei diesem 0·338 g.

Tabelle XIII.

Calciumumsatz.

Serie und Periode	CaO-Zufuhr pro Tag	CaO-Zufuhr pro Tag und Kilo	CaO-Ausfuhr			CaO-Resorption	CaO-Retention		CaO-Ausscheidung in Proz. der Zufuhr		CaO-Ausscheidung in Proz. der ganzen Ausfuhr	
			Harn	Kot	Summe		absolut	in Proz. der Zufuhr	Harn	Kot	Harn	Kot
Aarne A.												
I. a	1·588	0·060	0·148	1·436	1·584	0·152	+0·003	0·21	9·34	90·46	9·35	90·65
b	1·588	0·060	0·132	1·360	1·492	0·227	+0·096	6·03	8·30	85·67	8·83	91·17
II. a	1·637	0·062	0·172	1·331	1·503	0·306	+0·135	8·22	10·50	81·28	11·44	88·56
b	1·637	0·062	0·231	1·266	1·497	0·371	+0·140	8·55	14·12	77·33	15·44	84·56
III. a	1·899	0·070	0·297	1·352	1·649	0·547	+0·250	13·17	15·64	71·19	18·02	81·98
b	1·899	0·070	0·291	1·554	1·845	0·345	+0·054	2·85	15·31	81·84	15·76	84·24
IV. a	1·571	0·058	0·207	1·448	1·655	0·123	−0·084	—	13·16	92·17	12·49	87·51
b	1·571	0·058	0·205	1·276	1·481	0·295	+0·090	5·72	13·04	81·24	13·83	86·17
							Durchschnittswert		12·42	82·65	13·4	86·85
Weikko T.												
I. a	1·588	0·066	0·108	1·499	1·607	0·089	−0·019	—	6·83	94·39	6·75	93·25
b	1·588	0·066	0·075	1·317	1·392	0·270	+0·196	12·33	4·69	82·98	5·35	94·65
II. a	1·637	0·067	0·092	1·386	1·478	0·251	+0·159	9·71	5·64	84·65	6·24	93·76
b	1·637	0·067	0·131	1·250	1·381	0·387	+0·256	15·62	8·03	76·35	9·51	90·49
III. a	1·899	0·076	0·177	1·471	1·648	0·428	+0·252	13·24	9·30	77·46	10·72	89·28
b	1·899	0·076	0·173	1·562	1·734	0·338	+0·165	8·69	9·09	82·22	9·95	90·05
IV. a	1·571	0·061	0·089	1·417	1·506	0·154	+0·065	4·14	5·67	90·19	5·91	94·09
b	1·571	0·061	0·184	1·481	1·664	0·090	−0·094	—	11·69	94·26	11·04	88·96
							Durchschnittswert		7·62	85·31	8·18	91·81

Im allgemeinen war die CaO-Bilanz bei den beiden Knaben positiv; nur in Periode a der Serie IV hat Aarne eine negative Bilanz, ebenso Weikko in Periode a der Serie I und in Periode b der IV. Serie.

Die Größe der Retention scheint von der Größe der CaO-Zufuhr abhängig zu sein. Sie ist also in Serie I mit 0·003 bis 0·096 g bei Aarne und +0·196 g bei Weikko am geringsten, und in der III. Serie mit +0·250 und +0·054 g bzw. +0·252 g und +0·165 g am größten; bei Weikko ist sie indessen in Periode b der II. Serie ebenso groß wie in der folgenden Periode, +0·256 g. Noch ist zu bemerken, daß die Retention in Periode b der Serie III bei den beiden Knaben wesentlich geringer als in Periode a ist. Hier stellen sich also ganz ähnliche Verhältnisse wie in der Stickstoffretention der III. Serie dar.

Die positive CaO-Bilanz bei diesen Versuchen zeigt, daß die Zufuhr von Kalk als genügend bezeichnet werden muß. Die Größe der Kalkretention ist bei Aarne durchschnittlich in Serie I 0·21 bis 6·03 Proz., in Serie II 8·22 bis 8·55 Proz., in Serie III 13·17 bis 2·85 Proz. und Periode b der IV. Serie 5·72 Proz. der Einnahme. Bei Weikko sind die entsprechenden Zahlen in Periode b der Serie I 12·33 Proz., in der II. Serie 9·71 bis 15·62 Proz., in der III. Serie 13·24 bis 8·69 Proz. und in Periode a der IV. Serie 4·14 Proz. Weikko hat demnach im allgemeinen mehr Kalk retiniert als Aarne.

Die prozentige Retention von Kalk in meinen Versuchen ist bedeutend kleiner als in den sonst hierüber vorliegenden Untersuchungen. So retinierten die Knaben Schabads durchschnittlich 35·9 Proz., Herbsts durchschnittlich 36·4 Proz., Ahlquists 33·9 Proz. und Jundells 38·8 Proz. des genossenen Kalkes. Dieser Unterschied beruht offenbar darauf, daß die CaO-Zufuhr bei meinen Versuchsknaben kleiner war als in den früheren Versuchen.

Von der gesamten genossenen Kalkmenge wurden bei Aarne 71·19 bis 92·17, durchschnittlich 82·65 Proz., durch den Kot und 8·30 bis 15·31, durchschnittlich 12·42 Proz., durch den Harn abgegeben. Für Weikko sind die entsprechenden Zahlen für den Kot 76·35 bis 94·39, im Durchschnitt 85·31, und für den Harn 4·69 bis 11·69, im Durchschnitt 7·62 Proz. Von der Gesamtabgabe entfallen auf den Kot 81·98 bis 91·17, Durchschnitt 86·85 Proz. (Aarne), bzw. 88·96 bis 94·65, Durchschnitt 91·81 Proz. (Weikko), und auf den Harn 8·83 bis 18·02, Durchschnitt 13·4 (Aarne), bzw. 5·35 bis 11·04, Durchschnitt 8·18 Proz. (Weikko).

In Schabads Versuchen betrug die CaO-Absonderung durch den Kot 96·4 Proz. und durch den Harn 3·6 Proz. der ganzen Ausfuhr. Herbsts 7- bis 13jährige Knaben schieden im Kot 89·3 Proz. und im Harn 10·7 Proz. der ganzen Ausfuhr aus. In Ahlquists Versuchen sind die entsprechenden Prozentsätze 86·4 Proz. bzw. 13·6 Proz.

Der Magnesiumumsatz.

Der Magnesiumumsatz in seinen Einzelheiten ist aus der Tabelle XIV ersichtlich. Die MgO-Zufuhr ist in allen Serien und bei den beiden Knaben ungefähr gleich groß, nämlich 0·495 bis 0·610 g pro Tag. Der Protonzusatz in Serie III erhöht im Gegensatz zum Verhalten der CaO- und P_2O_5-Zufuhr die MgO-Menge durchaus nicht. Pro Tag und Kilo ist sie bei Aarne 0·019 bis 0·023 g und bei Weikko 0·021 bis 0·024 g.

Auch die MgO-Zufuhr ist kleiner als der von Ahlquist bei einem 9- bis 10jährigen Knaben, 1·592 g pro Tag, beobachtete Wert und kleiner wie der von R. Tigerstedt bei 8- bis 11jährigen Kindern gefundene Wert mit 0·97 g pro Tag, dagegen etwas größer als die von Herbst bei 8- bis 13jährigen Kindern mit 0·352 bis 0·478 g nachgewiesenen. Bei Jundell sind die die MgO-Zufuhr betreffenden Werte bei 5- bis 7jährigen Kindern 1·302 bis 1·498 g pro Tag.

Die MgO-Resorption stimmt bei beiden Knaben in der Hinsicht überein, daß die größte Magnesiumresorption in Periode b der Serie II, sowie in Periode a der III. Serie erfolgte. Diese Resorptionswerte sind bei Aarne 0·191 g und 0·229 g, und bei Weikko 0·253 g und 0·284 g. Zwar ist bei Weikko in Periode a der Serie I eine beinahe ebenso große Resorption, nämlich 0·236 g zu beobachten, aber sonst verändern sich diese Werte, ausgenommen Periode b der I. Serie, wo Aarne die kleinste Resorptionszahl, 0·064 g, und Periode a der II. Serie, in welcher Weikko 0·061 g hatte, bei Aarne von 0·125 g auf 0·191 g, sowie bei Weikko von 0·144 g auf 0·195 g.

Vergleichshalber sei erwähnt, daß die MgO-Resorption bei Ahlquists Versuchen 1·144 g betrug, demnach größer als bei meinen Knaben war; die MgO-Zufuhr war aber auch bei Ahlquist größer, nämlich 1·599 g pro Tag.

Die MgO-Bilanz ist bei Aarne im allgemeinen positiv; nur in der Periode b der I. Serie ist sie negativ. Genau dasselbe Verhalten ist bei Weikko zu verzeichnen.

Die Größe der MgO-Retention zeigt in den verschiedenen Serien keinen bemerkenswerten Unterschied. Die Retentionswerte variieren bei Aarne zwischen +0·027 g und +0·098 g, bei Weikko zwischen +0·020 g und +0·089 g. Nur die Periode a der III. Serie unterscheidet sich bei Weikko dadurch, daß die MgO-Retention hier am größten, +0·128 g, ist. Dagegen ist die Retention in Periode b derselben Serie ganz wie die CaO-Retention bedeutend geringer, +0·020 g.

Die Größe des Magnesiumansatzes bei Aarne beträgt durchschnittlich in Periode a der Serie I 5·35 Proz. der Zufuhr, in Serie II 5·51 bis 17·34 Proz., in der III. Serie 15·71 bis 6·30 Proz. und in Serie IV 10·51 bis 16·08 Proz. Bei dem jüngeren Knaben sind die entsprechenden Zahlen in Periode a der I. Serie 17·94 Proz., in Periode b der II. Serie 14·53 Proz., in Serie III 20·91 bis 3·32 Proz. und in der IV. Serie 7·43 bis 9·47 Proz. der MgO-Einnahme. Die Prozentzahlen variieren also sehr bedeutend.

Die prozentige Magnesiumretention in meinen Versuchen ist im allgemeinen geringer als die in früheren Untersuchungen beobachteten Prozentzahlen. Ahlquist hat einen Mg-Ansatz von 56·24 Proz. gefunden, die Werte Herbsts bei 8- bis 13jährigen sind annähernd dieselben, nämlich 45 bis 49 Proz. Die MgO-Retentionszahl Jundells bei einem 7jährigen Knaben beträgt 23·0 Proz. der Einnahme.

Was schließlich die MgO-Ausscheidung aus dem Körper betrifft, so ist aus den Tabellen ersichtlich, daß gleich dem CaO auch der MgO zum größten Teil durch den Kot, und nur ein geringerer Teil durch den Harn abgegeben wird. Die Prozentzahlen des durch den Kot ausgeschiedenen MgO sind bei Aarne durchschnittlich 73·06 Proz. mit den Grenzwerten 62·47 bis 87·07 Proz. und bei Weikko 62·48 Proz. mit den Grenzwerten 52·31 bis 74·11 Proz. der Einnahme. Durch den Harn schied Aarne durchschnittlich 18·07 Proz. (14·60 bis 21·82 Proz.) und Weikko 27·29 Proz. (22·57 bis 31·02 Proz.) der Zufuhr aus. Von der totalen MgO-Abgabe entfallen bei Aarne im Durchschnitt 80·09 Proz. (74·12 bis 83·68 Proz.) auf den Kot und 19·91 Proz. (16·32 bis 25·88 Proz.) auf den Harn. Die entsprechenden Prozentzahlen bei Weikko sind 69·37 Proz. (63·76 bis 76·66 Proz.) bzw. 30·63 Proz. (23·34 bis 36·24 Proz.).

Tabelle XIV. Magnesiumumsatz.

Serie und Periode	MgO-Zufuhr		MgO- Ausfuhr			MgO-Resorption	MgO-Retention		MgO-Ausscheidung in Proz. der Zufuhr		MgO-Ausscheidung in Proz. der ganzen Ausfuhr	
	pro Tag	pro Tag und Kilo	Harn	Kot	Summe		absolut	in Proz. der Zufuhr	Harn	Kot	Harn	Kot
						Aarne A.						
I. a	0·495	0·019	0·099	0·370	0·469	0·125	+0·027	5·35	19·96	74·69	21·08	78·92
b	0·495	0·019	0·093	0·431	0·524	0·064	−0·029	—	18·79	87·07	17·74	82·26
II. a	0·562	0·021	0·103	0·429	0·531	0·134	+0·031	5·51	18·27	76·22	19·38	80·67
b	0·562	0·021	0·093	0·371	0·465	0·191	+0·098	17·34	16·60	66·06	20·08	79·92
III. a	0·610	0·023	0·133	0·381	0·514	0·229	+0·096	15·71	21·82	62·47	25·88	74·12
b	0·610	0·023	0·114	0·457	0·571	0·053	+0·038	6·30	18·73	74·97	19·99	80·01
IV. a	0·566	0·021	0·083	0·424	0·507	0·142	+0·060	10·51	14·60	74·89	16·32	83·68
b	0·566	0·021	0·089	0·386	0·475	0·181	+0·091	16·08	15·79	68·13	18·81	81·19
							Durchschnittswert		18·07	73·06	19·91	80·09
						Weikko T.						
I. a	0·495	0·021	0·147	0·259	0·406	0·236	+0·089	17·94	29·75	52·31	36·24	63·76
b	0·495	0·021	0·154	0·351	0·505	0·144	−0·010	—	31·02	70·96	30·42	69·58
II. a	0·562	0·023	— [1]	0·502	—	0·061	—	—	—	—	—	—
b	0·562	0·023	0·171	0·309	0·481	0·253	+0·082	14·53	30·47	55·06	35·65	64·35
III. a	0·610	0·024	0·156	0·326	0·482	0·284	+0·128	20·91	25·65	53·44	32·43	67·57
b	0·610	0·024	0·138	0·452	0·590	0·158	+0·020	3·32	22·57	74·11	23·34	76·66
IV. a	0·566	0·022	0·150	0·374	0·524	0·192	+0·042	7·43	26·54	66·02	28·67	71·33
b	0·566	0·022	0·142	0·371	0·513	0·195	+0·054	9·47	25·02	65·51	27·64	72·36
							Durchschnittswert		27·29	62·48	30·63	69·37

[1] Die Magnesiumanalyse der Serie II, Periode a konnte ich nicht ausführen, weil die Flasche, in welcher der Harn aufbewahrt wurde, Magnesiumsalze auskristallisiert hatte.

Unter früheren Autoren hat Herbst angegeben, daß von der totalen Mg-Ausscheidung durchschnittlich 77·7 Proz. durch den Kot und 22·3 Proz. durch den Harn stattfand. Die entsprechenden Mittelwerte Ahlquists betragen 72·5 bzw. 27·5 und diejenigen bei dem Kinde gleichen Alters wie meine Knaben 64·2 bzw. 35·8.

Der Phosphorumsatz.

Der Phosphorumsatz ist aus der Tabelle XV ersichtlich.

In erster Linie muß bemerkt werden, daß die P_2O_5-Zufuhr ganz ähnliche Variationen wie die Kalkzufuhr darbietet. In Serie I ist die P_2O_5-Einnahme am niedrigsten und zwar 3·173 g pro Tag. In der II. und IV. Serie ist sie aber etwas größer, 3·443 bzw. 3·488 g pro Tag, und am größten, 5·055 g pro Tag, in Serie III. Dieser Umstand ist von der in der Nahrung befindlichen Protonmenge bedingt.

Die tägliche P_2O_5-Zufuhr pro Kilo ist in Serie I bei Aarne 0·119 g und bei Weikko 0·131 g. In den Serien II und IV ist die P_2O_5-Zufuhr bei Aarne 0·130 bzw. 0·129 g und bei Weikko 0·141 bzw. 0·136 g pro Tag und Kilo. In der III. Serie beträgt die tägliche Phosphoreinnahme bei Aarne 0·187 g und bei Weikko 0·201 g pro Kilo.

Meine Werte der P_2O_5-Zufuhr sind im allgemeinen niedriger als der von Ahlquist bei einem 9- bis 10jährigen Knaben beobachtete P_2O_5-Wert 4·751 g, nur in meiner Serie III entspricht er diesem Werte. Auch die von R. Tigerstedt bei 8- bis 11jährigen Kindern ermittelte P_2O_5-Einnahme von 5·83 g pro Tag ist größer als die von mir gefundene. Meine Zahlen nähern sich aber dem von Herbst bei gleichaltrigen Knaben gefundenen, 3·049 bzw. 3·866 g. Bei Schabads 4- bis 5jährigen Kindern betrug die Phosphormenge in der Kost durchschnittlich 3·61 g, und bei Jundells 5- bis 7jährigen Knaben 2·6554 bzw. 3·149 g pro Tag.

Die P_2O_5-Resorption bietet bei beiden Knaben eine große Übereinstimmung dar. In den Serien I, II und IV ist diese Resorption bei Aarne ziemlich konstant, 1·137 bis 1·495 g, ebenso auch bei Weikko, 1·909 bis 2·110 g. Eine Ausnahme bildet die Periode b der Serie I, wo die Resorption am kleinsten, 1·699 g, ist. Am höchsten ist die Phosphorresorption in der III. Serie, in welcher auch die P_2O_5-Zufuhr am größten war, nämlich bei Aarne 2·489 bis 2·343 g und bei Weikko 3·157 bis 2·886 g.

Tabelle XV.

Phosphorumsatz.

Serie und Periode	P_2O_5-Zufuhr		P_2O_5-Ausfuhr			P_2O_5-Resorption	P_2O_5-Retention		P_2O_5-Ausscheidung in Proz. der Zufuhr		P_2O_5-Ausscheidung in Proz. der ganzen Ausfuhr	
	pro Tag	pro Tag und Kilo	Harn	Kot	Summe		absolut	in Proz. der Zufuhr	Harn	Kot	Harn	Kot
						Aarne A.						
I. a	3·173	0·119	1·423	1·677	3·100	1·495	+0·073	2·3	44·8	52·9	45·9	54·1
b	3·173	0·119	1·174	1·941	3·115	1·232	+0·058	1·8	36·9	61·3	37·6	62·4
II. a	3·443	0·130	1·225	2·035	3·260	1·408	+0·183	5·3	35·6	59·1	37·6	62·4
b	3·443	0·130	1·217	1·933	3·149	1·510	+0·293	8·5	35·3	56·2	38·6	61·4
III. a	5·055	0·187	1·634	2·565	4·199	2·489	+0·855	16·9	32·3	50·8	38·9	61·1
b	5·055	0·187	1·726	2·711	4·437	2·343	+0·617	12·2	34·1	53·7	38·9	61·1
IV. a	3·488	0·129	0·865	2·351	3·215	1·137	+0·272	7·8	24·8	67·4	26·8	73·2
b	3·488	0·129	1·057	2·096	3·153	1·392	+0·335	9·6	30·3	60·1	33·6	66·4
						Durchschnittswert			34·2	57·7	37·2	62·7
						Weikko T.						
I. a	3·173	0·131	1·770	1·264	3·042	1·909	+0·130	4·1	56·1	39·8	58·5	41·5
b	3·173	0·131	1·717	1·473	3·190	1·699	−0·018	—	54·1	46·4	53·8	46·2
II. a	3·443	0·141	1·616	1·525	3·141	1·918	+0·302	8·8	46·9	44·3	51·5	48·5
b	3·443	0·141	1·681	1·340	3·022	2·102	+0·421	12·2	48·9	38·9	55·6	44·4
III. a	5·055	0·201	2·493	1·897	4·390	3·157	+0·664	13·2	49·3	37·5	56·8	43·2
b	5·055	0·201	2·565	2·169	4·734	2·886	+0·320	6·4	50·8	42·8	54·2	45·8
IV. a	3·488	0·136	1·661	1·378	3·039	2·110	+0·449	12·9	47·6	39·5	54·7	45·3
b	3·488	0·136	1·681	1·495	3·176	1·993	+0·312	8·9	48·2	42·9	52·9	47·1
						Durchschnittswert			50·2	41·5	54·7	45·3

Aarne hat in allen Serien und Perioden durchschnittlich eine positive Phosphorbilanz; gleichfalls Weikko, mit Ausnahme der Periode b der Serie I. Die Größe der Retention scheint wesentlich von der Protonmenge in der Nahrung abhängig zu sein. Schon in der II. Serie, in welcher der Nahrung 10 g Proton hinzugefügt wurden, ist die Phosphorretention bedeutend größer, und zwar 0·183 bis 0·293 g bzw. 0·302 bis 0·421 g, als in Serie I, wo sie nur 0·073 bis 0·058 g bzw. 0·130 g beträgt. Bei den beiden Knaben ist dasselbe Verhalten zu beobachten, nur mit dem Unterschiede, daß die Größe der positiven P_2O_5-Bilanz bei Weikko größer wie bei Aarne ist. In Serie III, in welcher die Eiweißmenge in der Nahrung besonders groß war, erreicht die Phosphorretention ihren Höhepunkt, nämlich bei Aarne 0·855 bis 0·617 g und bei Weikko 0·664 g in Periode a, um in der IV. Serie beinahe auf dieselbe Stufe (0·272 bis 0·335 g, bzw. 0·449 bis 0·312 g) zu sinken, wie in der II. Serie, was der gleich großen Phosphorzufuhr in den beiden Serien entspricht. Bei Weikko ist die Retention in Periode b der III. Serie kleiner als in Periode b der Serie II, sowie in Periode a der IV. Serie.

Die prozentige Größe der P_2O_5-Retention ist bei Aarne durchschnittlich in Serie I 1·8 bis 2·3 Proz., in der II. Serie 5·3 bis 8·5 Proz., in der III. Serie 12·2 bis 16·9 Proz. und in der Serie IV 7·8 bis 9·6 Proz. der Zufuhr. Bei Weikko sind die entsprechenden P_2O_5-Retentionswerte in Periode a der Serie I 4·1 Proz., in der II. Serie 8·8 bis 12·2 Proz., in der III. Serie 6·4 bis 13·2 Proz. und in der Serie IV 8·9 bis 12·9 Proz. der Zufuhr.

Bei den Werten der P_2O_5-Retention ist bei Aarne eine sehr große Regelmäßigkeit zu bemerken, und zwischen den verschiedenen Perioden derselben Serie kommen nur ganz unbedeutende Abweichungen zum Vorschein. Bei Weikko liegen die Verhältnisse wesentlich anders: bei ihm entspricht der Retentionswert in Periode b der Serie III den Werten der Serie II und IV, und nur in Periode a der Serie III ist die Retentionszahl größer als die anderen Werte.

Obgleich meine Untersuchungen mit den früheren Untersuchungen über den Phosphorstoffwechsel eigentlich nicht verglichen werden können, so sei jedoch hierbei erwähnt, daß Schabad bei seinen jungen Versuchskindern den P_2O_5-Retentionswert auf 29·4 Proz. der Einnahme festgestellt hat, Herbst bei 8- bis 13jährigen Knaben auf 27·3 Proz., Ahlquist auf 23·41 Proz. und Jundell auf 21·8 Proz.

Über die P_2O_5-Ausscheidung lehrt die Tabelle, daß sie bei Aarne durch den Kot durchschnittlich 57·7 Proz. mit den Grenzwerten 50·8 bis 67·4 Proz. und bei Weikko 41·5 Proz. mit den Grenzwerten 37·5 bis 46·4 Proz. der Einnahme beträgt. Die P_2O_5-Ausscheidung durch den Harn ist bei Aarne durchschnittlich 34·2 Proz. (Grenzwerte 24·8 bis 44·8 Proz.) und bei Weikko 50·2 Proz. (46·9 bis 56·1 Proz.) der Zufuhr. Von der ganzen Ausfuhr beträgt bei Aarne die Ausscheidung durch den Kot durchschnittlich 62·7 Proz. (54·1 bis 73·2 Proz.) und durch den Harn 37·2 Proz. (26·8 bis 45·9 Proz.), während die entsprechenden Prozentzahlen bei Weikko 45·3 Proz. (41·5 bis 48·5 Proz.) bzw. 54·7 Proz. (51·5 bis 58·5 Proz.) betragen.

In meinen Versuchen schied also Aarne mehr P_2O_5 durch den Darm als durch die Nieren aus, Weikko das Gegenteil. Vergleichshalber sei erwähnt, daß bei den Knaben Schabads $^1/_3$ der ganzen Phosphorausfuhr durch den Darm stattfand; in den Versuchen Herbsts war die Phosphorausscheidung durch den Kot durchschnittlich nur 20·1 Proz. und mit dem Harn 53·5 Proz. der Zufuhr, d. h. die Kinder Herbsts schieden mit dem Harn die Hälfte und mit dem Kot $^1/_5$ der mit der Nahrung aufgenommenen Phosphormenge aus, und von der ganzen Phosphorausscheidung kam auf den Kot $^1/_4$ und auf den Harn $^3/_4$. Ahlquist beobachtete, daß die P_2O_5-Ausscheidung durch den Kot auf 36·88 Proz. der Einnahme und durch den Harn 39·77 Proz. betrug. Von der gesamten Ausfuhr entfielen 48·1 Proz. auf den Kot und 51·9 Proz. auf den Harn. Die P_2O_5-Ausscheidung war also ziemlich gleichmäßig auf die beiden Ausfuhrwege verteilt.

Zusammenfassung.

1. Wenn beim wachsenden Kinde zu einer konstanten Grundkost Eiweiß oder Fett oder Zucker in isodynamer Menge hinzugefügt wird, so ist, bei genügend großer Kalorienzufuhr, die N-Retention bei der Zugabe von Eiweiß größer als bei der Zugabe von Fett oder Zucker.

2. Diese N-Retention ist nicht eine nur scheinbare, denn sie bleibt zum größten Teil bestehen, wenn die Eiweißmenge der Kost auf die Hälfte vermindert und durch die isodyname Menge von Zucker ersetzt wird. Die N-Reten-

tion scheint daher der Ausdruck eines tatsächlichen Eiweißansatzes zu sein.

3. Die absolute Eiweißmenge in der Kost dürfte also eine nicht geringe Bedeutung für den Eiweißansatz beim wachsenden Kinde haben.

4. Bei Knaben im Alter von 9—10 Jahren tritt eine positive Bilanz von CaO, MgO und P_2O_5 bei einer täglichen Zufuhr von 1·60 g CaO, 0·50 g MgO und 3·20 g P_2O_5 auf.

Literaturverzeichnis.

1. Schlossmann und Sommerfeld, Ernährung und Stoffwechsel des Kindes jenseits des ersten Lebensjahres. *Handbuch der Kinderheilkunde* von Pfaundler und Schlossmann. 1910. Bd. I.

2. Ellen Ahlquist, Studien über den Stoffwechsel tuberkulöser und skrofulöser Knaben mit besonderer Berücksichtigung einiger Mineralstoffe. *Akad. Abhandlung.* Helsingfors 1915. *Skandin. Archiv f. Physiol.* Bd. XXXIV.

3. Camerer, *Der Stoffwechsel des Kindes von der Geburt bis zur Beendigung des Wachstums.* Tübingen 1896.

4. Uffelmann, *Hygiene des Kindes.* Leipzig 1881.

5. Erich Müller, Stoffwechselversuche an 32 Kindern im 3. bis 6. Lebensjahre mit besonderer Berücksichtigung des Kraftwechsels auf Grund direkter kalorimetrischer Bestimmungen. *Biochem. Zeitschr.* 1907. Bd. V.

6. Herbst, Beiträge zur Physiologie des Stoffwechsels im Knabenalter mit besonderer Berücksichtigung einiger Mineralstoffe. *Jahrbuch f. Kinderheilk.* 1912. Bd. LXXVI.

7. Sundström, Untersuchungen über die Ernährung der Landbevölkerung in Finnland. *Akad. Abhandlung.* Helsingfors 1908.

8. Stargardter, Beiträge zum Nahrungsbedarf und Eiweißbedarf des Kindes jenseits des Säuglingsalters. *Archiv f. Kinderheilk.* 1912. Bd. LVII.

9. Jundell, Zur Kenntnis des Stoffwechsels und besonders des Mineralstoffwechsels im Knabenalter. *Nordiskt med. Archiv.* 1914. Bd. XLVII.

10. Pipping, Undersökningar öfver ämnesomsättningen hos barn vid skarlakansfeber. *Finska Läkaresällskap ts Handl.* 1889.

11. Lungwitz, *Stoffwechselversuche über den Eiweißbedarf des Kindes.* Halle 1908.

12. Schlossmann und Murschhauser, Über den Einfluß des Alters und der Größe auf den Gasstoffwechsel des Säuglings. *Biochem. Zeitschr.* 1909. Bd. XVIII.

13. Dieselben, Der Grundumsatz und Nahrungsbedarf des Säuglings. *Ebenda.* 1910. Bd. XXVI.

14. Rubner, *Beiträge zur Ernährung im Knabenalter.* Berlin 1902.

15. Voit, Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung. Hermanns *Handbuch d. Physiol.* 1881. Bd. I.

16. Ehrström, Zur Kenntnis des Phosphorumsatzes bei dem erwachsenen Menschen. *Skandin. Archiv f. Physiologie.* 1903. Bd. XIV.

17. Abderhalden, *Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden.* 1910. Bd. I.

18. Hoppe-Seyler, *Handbuch der chemischen Analyse.* 1903.

19. Neumann, Einfache Veraschungsmethode (Säuregemischveraschung) und vereinfachte Bestimmungen von Eisen, Phosphorsäure usw. *Zeitschr. f. physiolog. Chemie.* 1902 bis 1903. Bd. XXXVII.

20. Palomaa och Mäkinen, *Handledning i kvantitativ kemisk analys.* Helsingfors 1916.

21. Hasse, Untersuchungen über die Ernährung von Kindern im Alter von 2 bis 11 Jahren. *Zeitschr. f. Biologie.* 1882. Bd. XVIII.

22. Herbst, Beiträge zur Kenntnis normaler Nahrungsmengen bei Kindern. *Jahrbuch f. Kinderheilk.* 1898. Bd. XLVI.

23. Carl Tigerstedt, *Über die Nahrungszufuhr des Menschen in ihrer Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Beruf.* Helsingfors 1915. *Skandin. Archiv f. Physiologie.* Bd. XXXIV.

24. Baginsky und Dronke, Beiträge zur Ernährung kranker Kinder der vorgeschritteneren Altersstufen. *Archiv f. Kinderheilk.* 1893. Bd. XVI.

25. Derselbe und Sommerfeld, Weitere Beiträge zur Ernährung kranker Kinder der vorgeschritteneren Altersstufen. *Ebenda.* 1897. Bd. XXIII.

26. Rubner und Heubner, Die natürliche Ernährung eines Säuglings. *Zeitschr. f. Biologie.* 1898. Bd. XXXVI.

27. Dieselben, Die künstliche Ernährung eines normalen und eines atrophischen Säuglings. *Ebenda.* 1903. Bd. XXXVIII.

28. Bornstein, Über die Möglichkeit der Eiweißmast. *Berliner klin. Wochenschrift.* 1898. Nr. 36.

29. Derselbe, Eiweißmast und Muskelarbeit. Pflügers *Archiv.* 1901. Bd. LXXXIII.

30. Fröhner und Hoppe, Tropon, ein neues Nahrungsmittel. *Münchener med. Wochenschrift.* 1899. Nr. 2.

31. Kaufmann, Der gegenwärtige Stand der Lehre von der Eiweißmast. *Zeitschr. f. diätet. und physikal. Therapie.* 1904. Bd. VII.

32. Lüthje, Beiträge zur Kenntnis des Eiweißstoffwechsels. *Zeitschr. f. klin. Medizin.* 1902. Bd. XLIV.

33. Schabad, Der Phosphor in der Therapie der Rachitis. *Ebenda.* 1909. Bd. LXVII.

34. Derselbe, Die Behandlung der Rachitis mit Lebertran, Phosphor und Kalk. *Ebenda.* 1909. Bd. LXVIII.

35. Derselbe, Zur Bedeutung des Kalkes in der Pathologie der Rachitis. Abh. II. Der physiologische Kalkbedarf und Rachitis infolge von unbefriedigtem Kalkbedarf. *Archiv f. Kinderheilk.* 1910. Bd. LII.

36. Derselbe, Zur Bedeutung des Kalkes in der Pathologie der Rachitis. Abh. IV. Der Phosphorstoffwechsel bei Rachitis. *Ebenda.* 1910. Bd. LIV.

37. Robert Tigerstedt, Zur Kenntnis der Aschebestandteile in der frei gewählten Kost des Menschen. *Skandinav. Archiv f. Physiologie.* 1911. Bd. XXIV.